

# “Геофизик тадқиқот усуллари”

## Кириш

Геологик масалаларни ечишда геофизик усуллари кенг қўлланилади. Шунинг учун геолог-геофизика фани тўғрисида умумий тушунча ва геофизик усуллар ёрдамида турли геологик вазифаларни ечиш имкониятлари ва натижаларини талқин қилиш асосларини билиш керак.

Геофизика атамаси – “гео” – ер, “физика” – физика, яъни “Ер физикаси” деган маънони билдиради. Бу фан Ер пўстида, мантияда ва ядрога бўлиб ўтадиган физик жараёнлар ва ҳар хил тоғ жинслар ва тузилмалар таъсирида ҳосил бўлган физик майдонлар тузилишини, кучланишини ўрганади.

Геофизика фани уч бўлимга бўлинади: Ер физикаси, гидрофизика, атмосфера физикаси.

“Ер физикаси” фани “литосфера геофизикаси” ва “геофизик тадқиқот усуллари” бўлимларига ажратилади.

Геофизика фани геология, геодезия, география, геохимия, физика ва астрономия фанларига яқин. У физика, геология ва астрономия фанлари асосида XIX – асрнинг охирида ва XX – асрнинг бошланишида ҳосил бўлган ва ривожланган.

Геофизик тадқиқот усуллари – Ер пўстининг геологик тузилишини ўрганади ва асосий мақсади фойдали қазилмаларни излаш ва разведка қилиш ва ҳар хил амалий масалаларни ечиш (масалан, турли муҳандислик геология масалалари).

“Геофизик тадқиқотлар усуллари” фани физик майдонларни ва ҳодисаларни ўрганиш ва таҳлил қилиш усуллари асосланган. Физик майдонларни Ер юзасида, тоғ қазилмаларида, бурғи кудукларида, денгизда, уммонда, атмосфера ва космосда ўрганиш мумкин.

Геофизик тадқиқотларнинг мақсади - геологик кесимни тузилиши тўғрисида маълумотларни олиш ва фойдали қазилмаларга истикболлилиги тўғрисида хулоса чиқариш. Физик майдон деганда, Ер ёки унинг маълум бир қисмидаги физик параметрларнинг кўплаб қийматларини тушунамиз. Геологик нуқтаи назардан олиб қараганда, ҳар хил тоғ жинслари, яхлит тузилмалар, бир жинсли табакалар, маъданли жисмлар турлича физик хусусиятларга эга. Масалан, электр ўтказувчанлик, магнит қабул қилувчанлик, сейсмик тўлқинларнинг турлича тарқалиши ва ҳоказо.

Ҳар бир тоғ жинси атрофдаги муҳитда ҳар хил физик хоссаларнинг таъсири натижасида физик майдонлар ҳосил қилади. Ҳар бир тоғ жинси атрофдаги муҳитда (ташқи майдонлар) ва ўзининг ичида (ички майдонлар) бир қатор физик майдонларни яратади. Ташқи майдонларнинг параметрларини ўлчаб, майдон манбаси тўғрисида маълумотлар олиш мумкин.

Физик майдонлар ҳам табиий, ҳам сунъий бўлиши мумкин.

Табиий физик майдонлар табиатнинг яратиши билан боғлиқ – гравитацион (тортишиш майдони, оғирлик кучи майдони), магнит, электр, электромагнит, зилзила натижасида ҳосил бўлган сейсмик тўлқинларнинг тарқалиш майдони, радиоактив нурланиш, термик майдон бўлади.

Сунъий физик майдонлар инсоннинг табиатга таъсири билан боғлиқ – электр, электромагнит, зарба ёки портлатиш натижасида ҳосил бўлган сейсмик тўлқинларни тарқалиш майдони, термик (иситиш ёки совутиш майдони), сунъий радиоактив нурланиш майдони.

Гравитацион майдон оғирлик кучи тезланиши (эркин тушиш тезланиши) ва гравитацион потенциалнинг иккинчи тартибли ҳосилалари билан таърифланади. Магнит майдон кучланишнинг тўлиқ вектори ( $T$ ) ва унинг бошқа ташкил этувчилари билан (вертикал  $Z$ , горизонтал  $H$  ва ҳоказо), электромагнит майдони – майдоннинг магнит ( $H$ ) ва электр ( $E$ ) векторлари, сейсмик майдон эластик тўлқинларининг тарқалиш вақти, тезлиги ва даври билан, термик майдон ҳароратни тақсимланиши билан таърифланади.

Битта ёки бир нечта физик майдонларнинг параметрларини ўлчаб туриб тоғ жинсларининг хоссалари тўғрисида ва тадқиқот қилинган ҳудуднинг геологик тузилиши ҳақида маълумот олиш мумкин.

Ҳар бир физик майдон ва унинг параметрлари тоғ жинсларининг майдон ва чуқурлик бўйича физик хоссаларининг тақсимланишига асосланган. Масалан, гравитацион майдон тоғ жинсларининг зичлигига( $\sigma$ ) асосланган, электр ва электромагнит майдон тоғ жинсларининг солиштирама электр қаршилигига( $\rho$ ), диэлектрик( $\epsilon$ ) ва магнит( $\mu$ ) сингдирувчанлигига, электрокимёвий активлигига( $\alpha$ ) ва кутбланишига( $\eta$ ) асосланган.

Тоғ жинсларининг физик хоссалари ҳар хил бўлиши мумкин. Ҳар хил тоғ жинсларининг физик хоссалари бир хил бўлиши мумкин. Масалан, гранит ва оҳақтошнинг зичлиги  $2.65 \text{ г/см}^3$ , лекин гранитда магнит қабул қилувчанлик( $\kappa$ ) катта. Гранит ва оҳақтошларни ажратиш учун гравитацион ва магнит усулларини мажмуаси қўлланиши керак.

Базальт ва тош тузида сейсмик тўлқинларнинг тарқалиш тезлиги бир хил, лекин базальтнинг зичлиги катта. Уларни ажратиш учун гравитацион ва сейсмик усулларнинг мажмуаси қўлланиши керак.

Физик майдоннинг параметрлари геологик жинсларнинг хоссалари, ўлчамлари ва ётиш чуқурлигига боғлиқ.

Геофизикада тўғри ва тескари масалаларининг тушунчаси мавжуд. Тўғри масаланинг ечилиши: жисмларнинг аниқ бўлган шакллари, ўлчамлари, ётиш чуқурлиги ва физик хоссаларидан физик майдоннинг параметрларини ҳисоблаш. Бу масала аниқ ечимга эга.

Тескари масаланинг ечилиши: ўлчанган физик майдон параметрлари бўйича жисмларни ўлчамларини, ётиш чуқурлигини ва хоссаларини аниқлаш. Тескари масала кўп ечимга эга.

Геофизикада геофизик майдонлар кузатилган, нормал, аномал ва ўзгартирилган майдонларга ажратилади.

Кузатилган физик майдон – далада тўғридан-тўғри ўлчаб олинган миқдорлар майдони ҳисобланади.

Нормал физик майдон-бир жинсли муҳит устида ҳосил бўлган майдон, регионал геофизик текширишларда эса, Ернинг табиий магнит ва гравитацион майдонларидир: Нормал физик майдон, одатда ўлчанган миқдорларни силлиқлаштириш – ўртача қийматга келтириш йўли билан олинади.

Аномал физик майдон – кузатилган майдон миқдорларини нормал физик майдон миқдорларидан фарқланиши. Улар геологик муҳитнинг бир жинсли эмаслигидан ҳосил бўлади. Геофизика геологик жисмларнинг физик хоссалари ва геометрик ўлчамлари ўзгариши натижасида ҳосил бўлган аномал физик майдонларни аниқлашга ҳизмат қилади.

Ўзгартирилган физик майдон – кузатилган (нормал ва аномал) майдон қийматларини ўзгартириш натижасида ҳосил қилинган миқдорлар майдони. Масалан: бошқа баландликлар учун ҳисоблаб чиқилган миқдорлар майдони, кузатувлардан олинган оғирлик кучи тезланишининг иккинчи тартибли ҳосилалар майдони ва ҳоказо.

Ўрганилаётган ернинг физик майдон турларига асосан геофизикада гравитацион кидирув (поиск), магнит кидирув, электр кидирув, сейсмик кидирув, геотермик кидирув (термометрия), ядровий геофизикага бўлинади.

Ечилиш масалалари бўйича геофизик усулларини қуйдагиларга бўлиш мумкин:

1. Чуқурлик геофизикаси – Ер тузилиши ва унинг қобикларининг физик хоссалари ҳақида маълумотлар беради.

2. Ҳудудий геофизика – Ер пўстини ва 1 дан 10; 15 км.гача чуқурликларни тузилмали тектоник хариталашда ишлатилади. Мақсади – нефть ва газ конларини кидириш.

3. Қидирув хариталаш геофизикаси – чуқурлиги 1 км гача бўлган кесимни ўрганади ва йирик геологик хариталаш масалаларни ечади. Мақсади - фойдали қазилма конларини кидириш ва муҳандислик –геологик ва гидрогеологик умумий хариталаш.

4. Тузилмали геофизика – геологик тузилмаларни ўрганиш.

5. Нефть ва газ геофизикаси – нефть ва газ тутқичларни аниқлаш ва уларни кидирув бурғилашга тайёрлаш.

6. Маъданлар геофизикаси – маъданли фойдали қазилмаларнинг аломатлари бўйича излаш ва қидирув ишларини олиб бориш.
7. Номмаъдан ва кўмир геофизикаси – номмаъдан фойдали қазилмалар ва кўмирни қидириш ва қидирув ишларини олиб бориш.
8. Муҳандислик геофизикаси – муҳандислик геология ва гидрогеология масалаларини ечишга йўналтирилган.
9. Петрофизика – тоғ жинсларининг физик хоссаларини ўрганади.

## МАГНИТОРАЗВЕДКА

### Магниторазведканинг физик ва геологик асослари.

Магниторазведка – бу геофизик усул бўлиб, Ер магнит майдонининг ўзгаришини ўрганишга асосланган. Магнит майдоннинг ўзгариши тоғ жинслари ва маъданларнинг ҳар хил магнитланганлиги билан боғлиқ. Магниторазведка темир маъданларини излаш ва қидиришда энг самарали усулдир. У геологик хариталашда, тузилмали тадқиқотларда ва бошқа фойдали қазилмаларни излашда кенг қўлланилади.

Магнит майдони Ер юзасида, денгиз сатҳида, ҳавода ва қудуқларда ўлчанади.

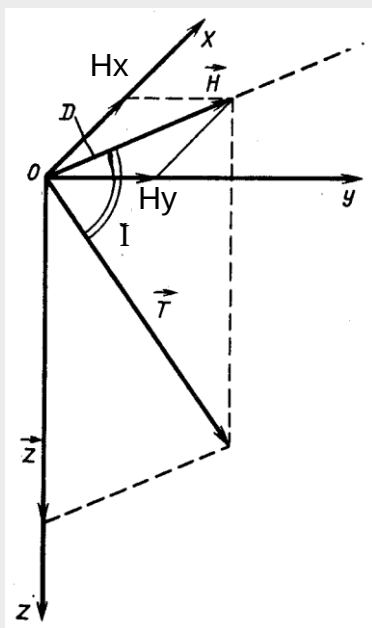
Магнит майдонининг асосий характеристикалари (таърифлари) кўйидагилардан иборат:

1. Магнит майдоннинг индукцияси (Т). Ўлчов бирлиги СГС тизимида – Гаусс (Гс), СИ тизимида – Тесла (Тл).  $1\text{Гс} = 10^{-4}\text{Тл}$  ва нанотесла (нТл).  $1\text{нТл} = 10^{-9}\text{Тл}$
2. Магнит майдоннинг кучланганлиги (Н). Ўлчов бирлиги СИ тизимида – А/м, СГС да – Эрстед (Э).  $1\text{Э} = 10^3/4\pi\text{ А/м}$ .  $T = \mu_0 H$ , бу ерда  $\mu_0$  - вакуумдаги магнит сингдирувчанлик. (СИ тизимида  $\mu_0 = 4\pi 10^{-7}\text{ Гн/м}$ . СГС тизимида ўлчамсиз ва 1га тенг).
3. Майдоннинг магнитланганлиги (I) - Ўлчов бирлиги СИда – А/м, СГСда – Э,  $\gamma$  (гамма).

### Ернинг магнит майдони

Ерни жуда катта магнит деб тасаввур қилиш мумкин. Эркин осилган магнит стрелкаси ернинг магнит майдонида Ер шарини ҳар бир нуқтасида аниқ ҳолатда геомагнит майдонининг кучлик чизмалари бўйлаб жойлашади. Агар, магнит стрелкаси фақат горизонтал текисликда кўчиш имконияти бўлса, унда у магнит меридианининг йўналишини кўрсатади ва компас бўлиб хизмат қилади. Тоғ жинслар ернинг магнит майдонида магнитланадилар, айниқса минераллардаги темир ферромагнит кўшимчаларда, ҳаракат қилган ўтказгичларда индукция электр токини ва бошқа электрмагнит ходисаларни ҳосил қилади. Электр билан зарядланган космик зарралар ернинг магнит майдонига тушиб аниқ траекториялар бўйича ҳаракат қиладилар. Шунинг учун газларнинг нурланиши (ёғдуси) атмосферанинг юқори қатламларида ( $H \approx 100\text{км}$ ) куёшнинг корпускуляар нурланиш таъсирида фақат юқори кенгликларда (шимолий ёки жанубий) кузатилади.

Ернинг атрофида баланд космик радиация зоналари мавжуд (Ван – Аллен зоналари). Бу зоналар космик зарралар магнит қопконларга тушиши натижасида ҳосил бўлган. Бу зоналар ернинг шимолий ва жанубий кутблари орасида электромагнит кўприк бўлиб хизмат қилади. Геомагнит майдон кучланганлиги тўлиқ вектори (Т) билан таърифланади. Кучланишни аниқлашда магниторазведкада эрстед (Э) ( $1\text{Э} = 1\text{Г}^{1/2}\text{см}^{-1/2}\text{сек}^{-1}$ ), миллиэрстед ( $1\text{мЭ} = 10^{-3}\text{Э}$ ), гамма ( $\gamma$ ) ва нанотесла (нТл) ўлчов бирлиги ишлатилади  $1\gamma = 10^{-5}\text{Э} = 1\text{нТл}$ .



**1 - расм**  
“Ер магнит  
майдонининг  
элементлари”

Ернинг табиий магнит майдони элементларини кўриб чиқамиз. Тўғри бурчакли координаталар тизимида Ер магнит майдон индукциясининг векторини “Т” билан белгилаймиз. ОЗ ўқи Ер марказига йўналтирилган, ОХ горизонтал ўқи шимолга, ОУ ўқи шарқга йўналтирилган.

Т векторнинг горизонтал ХОУ юзадаги проекцияси Н-горизонтал ташкил этувчиси деб аталади ва магнит меридианига тўғри келади. Унинг ОХ ўқидаги проекцияси – Н<sub>х</sub> – шимолий ёки жанубий ташкил этувчиси, ОУ ўқидаги Н нинг проекцияси – Н<sub>у</sub> – шарқий ёки ғарбий ташкил этувчиси деб аталади. (1-расм)

Н ва Х ўқлар орасидаги бурчак - магнит оғиш бурчаги дейилади ва D билан белгиланади ҳамда агар, Н географик шарқга йўналган бўлса мусбат бўлади ва агар, Н ғарбга йўналган бўлса манфий бўлади. Т ва Н векторлар орасидаги бурчак (I) – магнит қиялиги дейилади.

Т векторнинг Z ўқида проекцияси вертикал ташкил этувчиси деб аталади ва Z билан белгиланади.

T, Z, H, H<sub>x</sub>, H<sub>y</sub>, D, I лар Ер магнит майдонининг элементлари дейилади. Улар ўзаро қуйидагига боғлиқ:

$$T = \sqrt{Z^2 + H^2}; \quad H = \sqrt{H_x^2 + H_y^2}; \quad Z = T \sin I;$$

$$H_x = H \cos D; \quad H = T \cos I; \quad H_y = H \sin D$$

Геомагнит майдонни фазода тақсимланиши Ер юзасида ҳар хил нукталарда ўлчанган магнит майдон элементлари асосида тузилган хариталари бўйича аниқланади. Магнит майдон кучланганлигининг (T, Z, H) бир хил қийматларини бирлаштирувчи чизикларни изодинамалар, магнит оғиш бурчаги (D) бир хил қийматларини бирлаштирувчи чизикларни изогонлар, магнит қиялигининг (I) бир хил қийматларини бирлаштирувчи чизикларни изоклиналар дейилади. I бурчак қиймати нольга тенг бўлган нукталар магнит экваторида жойлашади. Магнит экватори географик экваторга тушмайди. Кенглик ошган сари магнит қиялик бурчаги ошади. Шимолий ярим шарда шундай нукта борки, унда магнит милининг мусбат (шимолий) томони вертикал ҳолда пастга оғган (I = 90°). Бу нукта шимолий магнит қутби дейилади. Жанубий ярим шарда шундай нукта борки, унда магнит стрелкасининг жанубий (манфий) томони вертикал ҳолда пастга йўналган бўлади. Бу нукта жанубий магнит қутби дейилади. Магнит қутблари вақт ўтиши билан ўз ҳолатларини ўзгартиради.

Магнит майдонининг кучланганлиги магнит экваторидан (0.33·10<sup>-4</sup>Тл) 0.33Э дан қутбларга 0.66Э гача (0.66·10<sup>-4</sup>Тл.гача) ортади. Магнит майдони Ердан 7000 км баландликда 1/8 га Ер юзасидаги қийматидан камаяди.

Магнит қутбларида Н=0, T=Z=±0,66·10<sup>-4</sup> Тл га тенг (чунки I= 90°). Плюс (+) ишора шимолий қутбда, минус (-) ишора жанубий қутбда бўлади.

Экваторда Н максимал қийматга эга ва Н=T=0,33·10<sup>-4</sup> Тл.га тенг (чунки I = 0°). Ер магнит майдони кучланганлигининг ўрта қиймати ≈0.5Э.

### Магнит майдоннинг вариациялари.

Ернинг магнит майдони нафақат маконда, балки маълум бир вақт давомида турли йўналишлар бўйича ҳам ўзгариб туради ва шу ўзгаришларни вариациялар деб аталади. Вариациялар ўзгариш вақт бирликларига қараб 4 та турга бўлинади: асрлик, йиллик, ойлик, суткалик ва магнит бўронлар.

Асрлик вариациялар содир бўлиш сабаби олимларнинг фикрлари бўйича Ернинг ичида (ядросида ва ядро билан қобиқ орасидаги чегарасида) ўтаётган жараёнларда бўлади. Асрлик вариациялар узоқ вақт давомида (ўн ва юз йиллар) ўтади ва Ер магнит майдонининг ўртага йиллик қийматини анча ўзгаришига олиб келади. Улар даврли ўзгаришлар бўлиб, магнит обсерваториялар ва таянч нуқталардаги кузатувлар бўйича ҳисобланади.

Йиллик, ойлик, суткалик ва магнит бўронлар вариациялари ионосферада юз бераётган ташқи жараёнлар туфайли содир бўлади. Улар қуёшнинг активлигига боғлиқ.

Йиллик вариациялар – бу геомагнит майдон кучланганлигини ўртача ойлик қийматларининг ўзгаришига олиб келади. Улар кичик амплитуда билан таърифланади.

Суткалик вариациялар – сутка давомида қуёш активлигининг ўзгариши сабабли геомагнит майдон кучланганлигини ўзгаришига олиб келади. Вариацияни максимал қиймати кундузи ва ойни ерга қарши туришида бўлади. Йиллик ва суткалик вариациялар силлиқ, даврлик бўлади. Уларни шиддатланмаган вариациялар дейишади.

Улардан ташқари шиддатланувчи вариациялар мавжуд, уларга нодаврлик импульсли вариациялар ёки магнит бўронлари киради. Магнит бўронларининг жадаллиги ва сони қуёшнинг активлигига боғлиқ ва қонунли 11 йиллик давр билан ўзгаради. Давомийлиги бир неча соатдан бир неча суткагача, жадаллиги бир неча гамма(нТл)дан минг гамма(нТл)гача ўзгаради. Улар катта майдонларни қамраб олади (кўпинча шимолий ва жанубий кенгликларда). Улар қуёшдан тарқалган зарядланган заррачалар – корпускулалар оқимлари таъсирида ҳосил бўлади. Ушбу корпускулалар оқимлари геомагнит майдонга кириб мураккаб траекториялар бўйлаб ҳаракат қиладилар. Корпускулаларнинг катта қисми ернинг қутб соҳаларига бостириб киради ва кучли вариациялар ҳамда қутб ёғдусини ҳосил қилади.

Геомагнит майдон вариациялари ернинг магнит моменти ва магнит ўқининг асрлик қийматларини ўзгаришини кўрсатади. Тадқиқотлар натижасида ернинг магнит моменти йил давомида тахминан, ўзининг қийматидан 1/1500 гача камайиши аниқланган. Магнит қутблари Ер юзасида ҳам силжийдилар. Масалан, 100 йил давомида (1842 йилдан 1942 йилгача) шимолий магнит қутб 110 км га жойини ўзгартирган. Ҳозирги вақтда магнит қутб географик қутб орасида бир йилда  $0.05^\circ$  градус тезлик билан прецессион (тебранувчи) ҳаракат қилади. Шимолий магнит қутб тахминан  $72^\circ$  шимолий кенглик ва  $96^\circ$  ғарбий узунликда (географик шимолий қутубдан 1400км масофада) жойлашган, магнит ўқи ернинг ўқи билан  $11.5^\circ$  бурчак ташкил қилади.

Ернинг геологик ривожланиш босқичида геомагнит майдоннинг қутбларида бир қатор ўзгаришлар бўлган (ишоралари тесқари ўзгарган). Қадимий геологик даврдаги геомагнит майдон бўйича ўзгариш миқдорлари палеомагнит усули ёрдамида аниқланади. Палеомагнит усулининг асосида тоғ жинслар ҳосил бўлиши вақтида геомагнит майдоннинг векторини сақлаб туриш қобилиятларига асосланган. Масалан, чўкинди жинслар ҳосил бўлишида денгиз ҳавзаси тагида орасида ферромагнит минераллари мавжуд бўлган заррачаларни секин чўкиши шундай бўлганки, заррачалар ернинг магнит майдони кучланиш чизиқларига параллел жойлашган. Бу эса чўкинди қатламларнинг қолдиқ магнитланганлигини кўрсатади. Геомагнит майдон вақт давомида ўзгарган бўлса ҳам қолдиқ магнитланганлик сақланган бўлади.

### **Ер магнит майдонининг табиати.**

Бу масала мунозарали ҳисобланади. Олимлар орасида кўп фикрлар ва гипотезалар бор. Лекин Френкель Я.И. (1947й .) ва Эльзассер (1949 й.) гипотезаларига кўра геомагнит майдони ернинг марказ қисмларидаги айлана тоқлар таъсирида ҳосил бўлган. Ернинг ядросида кўп сонли эркин электронлар мавжуд. Ер ўз ўқи атрофида айланиш ҳаракати ва гиромагнит аталган самарага асосан кучсиз магнит майдони ҳосил бўлиши мумкин. Шу майдон таъсири туфайли

ядросида экваторнинг текислигига параллел бўлган текисликларда бўронли тоқлар ривожланади.

Геомагнит майдонни ҳосил қилувчи ернинг ички электр тоқлари ўзига хос йўналишини вақти-вақти билан ўзгартириш қобилиятига эга.

Геомагнит майдонни ҳосил қилишда Ер қобиғидаги катта чуқурликкача (30-50 км) ётган, ҳароратлари( $t^{\circ}\text{C}$ ) Кюри нуқтасидан паст бўлган жинслар алоҳида аҳамиятга эга. Жуда катта чуқурликдаги ҳарорат Кюри нуқтасидан ( $360-770^{\circ}\text{C}$ ) катта бўлганда, жинслардаги темир ва никелни магнитланиш хусусияти йўқолади. Шу туфайли Ер пўстидаги ётиш чуқурлиги жуда катта бўлмаган тоғ жинслари ернинг умумий майдони билан индуктив магнитланади, ундан ташқари улар қолдиқ магнитланганликни сақлаб туради. Жинслар ҳосил қилган магнит майдонлар ернинг умумий магнит майдонига устма-уст тушиб қўшилади ва Ер пўстининг тузилиши ҳақида муҳим маълумот беради.

### Тоғ жинсларининг магнит хоссалари.

Тоғ жинсларнинг магнитланганлиги индуктив  $I_i$  ва қолдиқ  $I_r$  магнитланганликлар йиғиндисига тенг.  $I = I_i + I_r$ ;  $I_i = \chi H$

Тоғ жинсларининг асосий магнит параметри магнит қабул қилувчанликдир( $\chi$ ). Магнит қабул қилувчанлик – физик катталиқ, ташқи магнит майдони таъсирида жисмнинг ўзи магнит моментини ўзгартириш қобилиятини тавсифлайди. Демак, магнит қабул қилувчанлик ташқи магнит майдони таъсирида жисмнинг магнитланиш қобилиятини таърифлайди.

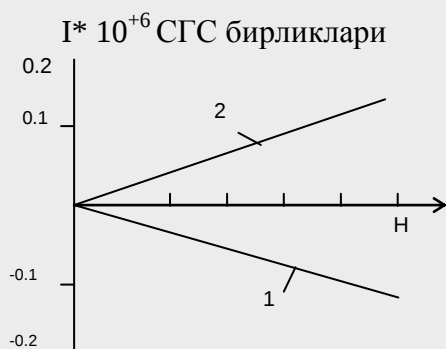
$$\chi = \frac{I_i}{H} \text{ Бу ерда, } I_i \text{ – магнитланганлик жадаллиги;}$$

$H$  – магнитлантирувчи майдон кучланганлиги;

$\chi$  – ўлчамсиз катталиқ.

Магнитланганлик аниқ ҳажм бирлигидаги магнит моменти билан аниқ баҳоланади  $I = M / V$ .

СГС тизимида  $\chi$  ни ўлчов бирлиги  $1 \cdot 10^{-6}$  СГС бирликларида. СИ тизимида  $1 \cdot 10^5$  СИ бирликларида олинади. Тоғ жинсларининг магнит қабул қилувчанлиги  $\chi$  кенг ўзгаради. Магнит хоссалари бўйича тоғ жинслари учта гуруҳга бўлинади: диамагнетиклар, парамагнетиклар, ферромагнетиклар.



Расм -2

“магнитланганликларнинг графиклари”

1 – диамагнетиклар,

2 - парамагнетиклар

Диамагнетикларда -  $\chi$  жуда кичик ва манфий ( $\chi < 0$ ), уларнинг магнитланганлиги магнитлантирувчи майдоннинг йўналишига тескари. Диамагнетиклар-кварц, дала шпатлари, тош тузи, мармар, нефт, гранит, олтин, кумуш, кўрғошин, мис ва бошқалар. Кўпчиликнинг  $\chi = -0.1 \cdot 10^{-6}$  СГС бирликларида бўлади.

Парамагнетикларда –  $\chi$  ( $10^{-4}-10^{-5}$ ) кичик ва мусбат ( $\chi > 0$ ) бўлади. Уларга чўкинди, метаморфик ва магматик тоғ жинсларининг кўпчилиги киради. Уларнинг магнитланганлиги магнитлантирувчи майдон йўналишига тўғри келади (2-расм).

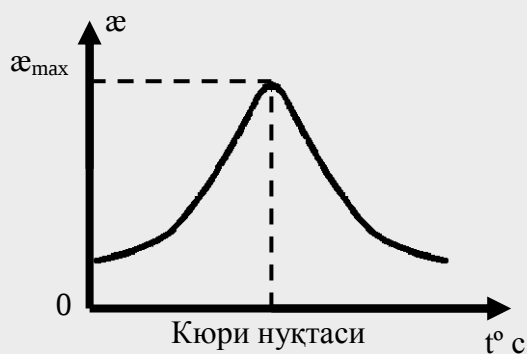
Ферромагнетикларда –  $\chi$  жуда катта ва мусбат ( $\chi > 0$ ) бўлади. Ферромагнит минералларнинг (магнетит, титаномагнетит, ильменит, пирротин)  $\chi$  си жуда катта ( $10^{-3}$  СГС бирликларидан катта).

Тоғ жинсларининг магнит қабул қилувчанлиги таркибида ферромагнит минераллар мавжудлигидан аниқланади. Магматик жинсларнинг асосийлиги ортганда  $\chi$

ошади (1-жадвал).

1-Жадвал

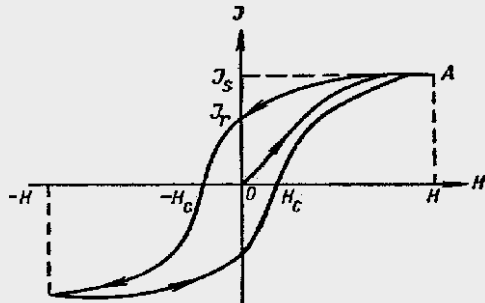
| Минерал, тоғ жинси | $\alpha \cdot 10^5$ , СИ<br>бирликларида | Минерал, тоғ жинси       | $\alpha \cdot 10^5$ , СИ<br>бирликларида |
|--------------------|------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------|
| Кварц              | 10                                       | Оҳактош                  | 300                                      |
| Гипс               | 12                                       | Қумтош                   | 400                                      |
| Сфалерит           | 750                                      | Гранит                   | 2000                                     |
| Пирит              | 1500                                     | Диабаз                   | 5000                                     |
| Гематит            | 6000                                     | Габбро, базальт          | 60000                                    |
| Пирротин           | 150000                                   | Перидотит                | 150000                                   |
| Ильменит           | $10^6$                                   | Чўкинди (ўртача)         | 1000                                     |
| Магнетит           | $5 \cdot 10^6$                           | Метаморфик (ўртача)      | 50000                                    |
|                    |                                          | Нордон магматик (ўртача) | 8000                                     |
|                    |                                          | Асосли (ўртача)          | 30000                                    |



3 – расм. Магнит қабул қилувчанликнинг ҳарорат бўйича ўзгариши.

Қолдиқ магнитланганлик ( $I_r$ ) таркибида ферромагнит минераллар бўлган тоғ жинсларининг муҳим параметри ҳисобланади.  $I_r$  – бу магнитлантирувчи майдон “Т” ва ҳарорат  $t^\circ$  ўзгариш таъсирида магнит қабул қилувчанлик  $\alpha$  ўзгарганлигини билдиради. Ҳарорат ( $t^\circ$ ) ошиши билан ферромагнетикларда  $\alpha$  Кюри нуқтасигача ( $+400^\circ$ дан  $700^\circ$ гача) ортади. Кюри нуқтасидан ҳарорат ўтгач  $\alpha$  “0”гача камаяди (3-расм). Агар, ҳарорат Кюри нуқтасидан ўтса, жинс кучли магнитланиш қобилиятини йўқотади. Ферромагнит минералларнинг коэрцитив кучи ( $-H_c$ ) туфайли Бу хусусият қолдиқ магнитланганлиги  $I_r$  турида

совиганда магнитланганлиги сақланади. Бу хусусият қолдиқ магнитланганлиги  $I_r$  турида намоён бўлади.



4 – расм “Магнит гистерезис халқаси”

Магнитлантирувчи майдоннинг кучланганлиги “Н” ошиши билан ферромагнит модданинг магнитланганлиги I ҳам ошади, олдин тез, кейин секин ва ундан ҳам секин,  $I_s$  тўйинишигача.  $I_s$  миқдори  $t^\circ$  ошиши билан камаяди. Агар, тўйиниш нуқтасидан кейин “Н” ни 0 гача камайтирсак, унда қолдиқ магнитланганлик  $I_r$  сақланади. Тажриба давом эттирилганда тўлиқ магнит гистерезис халқаси тасвирланади (4-расм).

Жинсининг тўлиқ магнит хусусиятини йўқотиш учун керак бўлган магнит майдони кучланганлигининг манфий қиймати – “ $H_c$ ” коэрцитив кучи деб аталади.

Магнит сингдирувчанлик  $\mu$  – бу физик катталиқ, магнит майдон таъсирида модда ўзининг магнит индукциясини ўзгартираолиш қобилиятини тавсифлайди.

$$\mu = \frac{B}{H}, \quad B - \text{магнит индукцияси.}$$

$$B = H + 4\pi I \text{ га тенг.}$$

$$\mu = \frac{H + 4\pi I}{H} = 1 + 4\pi \frac{I}{H} = 1 + 4\pi \chi$$

Ферромагнетиклардан ташқари ҳамма тоғ жинсларида ҳавонинг  $\mu$  миқдорига тенг.

Магнит массаларга Кулон қонуни – магнетизм борлигини Кулон мусбат ва манфий магнит массалари билан боғлиқ деб тахмин қилган. Икки нуқтавий магнит массалари  $m_1$  ва  $m_2$  (г оралиғида жойлашган) Кулон қонунига асосан F кучи билан бир – бирларига ўзаро таъсир кўрсатадилар:

$$F = \pm \frac{1}{\mu} \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}, \text{ бу ерда } \mu - \text{муҳитнинг магнит сингдирувчанлиги; } m - \text{магнит массаси}$$

(заряд) табиатда йўқ, чунки электр токи майдонидан ташқари магнит майдоннинг алоҳида манбаси йўқ. ( $m = I \cdot S$ ; S – юза, I – векторга  $\perp$ , I – магнитланганлик.)

Бир хил магнит қутблари бир – бирларидан итариладилар, турли ишорали магнит қутблари тортиладилар. Шунинг учун формулада  $\pm$ . Бирлик ишоралари магнит унга ўхшаш 1 см. оралиқда жойлашган масса бир дина (1 дн) кучи билан ўзаро таъсир қилган магнит массаси деб аниқланади. Магнит масса ўлчами СГС тизимида  $\text{см}^{3/2} \cdot \text{г}^{1/2} \cdot \text{с}^{-1}$ .

Магнит майдоннинг кучланиши бирлик массага  $m_1 = 1$  таъсир қилувчи куч деб аниқланади, яъни

$$H = \frac{F}{m}, \quad H = \frac{\mu \cdot F}{m_1} = \frac{m}{r^2}.$$

### Нормал ва аномал геомагнит майдонлар.

Ернинг магнит майдони бир жинсли Ер шарининг магнит майдони ( $T_0$ ) ва қитъалар, материклар ( $T_1$ ), регионал (ҳудудий) ( $T_2$ ) ва майда локал (маҳаллий) ( $T_3$ ) магнит майдонларидан иборат:

$$T = T_0 + T_1 + T_2 + T_3.$$

Бир жинсли Ер шарининг магнит майдони  $T_0$  билан континентал (материк)  $T_1$  магнит майдонлар тўплами магниторазведкада ернинг нормал магнит майдони деб аталади:

$$T_H = T_0 + T_1 \text{ ёки } T_H = T_0 + T_{\text{конт.}}$$

$$T_H = 0,5\text{э.} - \text{Ернинг нормал магнит майдонининг ўртача қиймати.}$$

Континентал магнит майдонлар фақат платформаларда жойлашган. Кузатилган магнит майдонининг ернинг нормал магнит майдонидан фарқи магнит аномалияси деб аталади.

$$T_a = T_{\text{куз.}} - T_H; \quad Z_a = Z_{\text{куз.}} - Z_H; \quad H_a = H_{\text{куз.}} - H_H.$$

Магнит аномалияларининг кучланганлиги ва хусусияти тоғ жинсларининг магнит хоссаларига ва Ер магнит майдонининг кучланганлигига боғлиқ.

### **Магниторазведканинг мақсади.**

**Магниторазведканинг мақсади** - магнит аномалияларни ажратиш ва уларни геологик изоҳлаш. Мусбат аномалия ҳосил бўлиши учун магнит майдон ташкил этувчилари  $\bar{T}, \bar{Z}, \bar{H}$  векторларининг йўналиши нормал майдон ташкил этувчиларининг вектор йўналиши билан тўғри келганда ҳосил бўлади, тўғри келмаганда (йўналиши қарама-қарши бўлганда) манфий аномалия ҳосил бўлади.

Магнит аномалияларнинг кучланганлиги ва тавсифи жинсларнинг магнит хусусиятларига ва Ер магнит майдонининг кучланганлигига боғлиқ. Тоғ жинсларининг магнитланганлиги  $\bar{I} = \bar{I}_i + \bar{I}_r$

$\bar{I}_i$  – индуктив магнитланганлик;

$\bar{I}_r$  – қолдик магнитланганлик;

$I_i = \alpha T$ ,  $T$  – замонавий магнит майдонининг вектори.

Қолдик магнитланганлик  $\bar{I}_r$  қиймати ва йўналиши кузатилган магнит майдонга кучли таъсир этиши мумкин. Агар  $\bar{I}_r < \bar{I}_i$  бўлса мусбат аномалия ҳосил бўлади (йўналишлари тўғри келганда ва қолдик индуктивдан кичик бўлганда), агар  $\bar{I}_r > \bar{I}_i$  ва (кўпинча учрайди) йўналишлари тўғри келмаганда манфий аномалия ҳосил бўлади (жинсининг магнит хоссаси –  $\alpha$  юқори бўлса ҳам).

Ундан ташқари магнит қўзғатувчи объект иккита қутбли магнитдан иборат. Шунинг учун унинг устида мусбат ва манфий зонали аномалиялар кузатилади. Магнит аномалиялар гравитационларга нисбатан тез ўзгарувчан бўлади.

Геомагнит майдонни ўлчаш асослари. Магниторазведкада Ер магнит майдонининг тўлиқ ва нисбий қийматлари ўлчанади. Ер магнит майдонининг тўлиқ қийматлари ва магнит вариациялари магнит обсерваторияларида (дунёда улар тахминан 150 та, Ўзбекистондаги обсерватория Янги бозор шаҳрида жойлашган) кузатувлар ёрдамида ўлчанилади.

Магнит майдони тўлиқ векторининг кучланишини мутлоқ аниқликларда одатда магнит майдоннинг учта элементлари ўлчанади. Бунинг учун мураккаб уч компонентли магнит асбоблар – магнит теодолитлар ва вариация станциялари. Улар ўлчовларни автоматик равишда ёзадилар.

Геологик қидирувда ҳамма кузатув нуқталарида қайсидир танлаб олинган таянч нуқтага нисбатан магнит майдон элементларининг нисбий қийматлари ўлчанади.

Агар, ўрганадиган майдон кичик бўлса, унда нормал майдон доимий ва «0»га тенг деб олинади. Агарда, ўрганадиган майдон катта бўлса, унда ернинг нормал магнит майдонини ҳисобга олиш керак бўлади.

Дала магниторазведкасида горизонтал ташкил этувчисининг нисбий орттирмаси  $\Delta H$ , кўпинча вертикал ташкил этувчисининг нисбий орттирмаси  $\Delta Z$  ўлчанади. Уларни ўлчаш учун магнитометрлар деб аталган асбоблар ишлатилади. Оптик – механик, кварцли, феррорезонансли, протонли ва бошқа магнитометрлар ишлатилади. Қайсидир нуқтада нисбий ўлчовларни ўтказиш учун ўлчанадиган магнит майдон элементлари абсолют (тўлиқ) қийматлари ўлчанган ёки аниқ бўлган нуқтага нисбатан солиштириш йўли билан топилади, яъни фарқлари ҳисобланади.

### **Дала ишларида (хариталаш) магниторазведка услуги.**

Қўйилган геологик масалани ечиш учун магнитразведкани ўтказишдан олдин: 1. асбоб ва усулни; 2. хариталашни тури ва кузатув тизимини, профиллар йўналишини, кузатув қадамини танлаш, қандай материаллар натижаси ва улар қайси шаклда кўрсатилади, иш хатосини тасаввур қилиш керак. Магниторазведканинг асосий хариталаш ишлари далада (ер

юзасида, пиёда ва автомобилда), ҳавода (аэромагниторазведка), денгизда (гидромагнит), Ер тагида ва қудуқларда олиб борилади.

Геологик масалаларни ечиш бўйича магнитразведка турли хариталашларга (съёмкаларга) бўлинади:

1. Регионал (ҳудудий), аэромагнит ва гидромагнитли хариталаш. М-б 1:200000 ва ундан майда. Катта ҳудудларни чуқурдаги геологик тузилишини ўрганади.

2. Харитали съёмка (аэромагнитли ва дала). 1:100000 ва 1:50000 М-б.да ўрганилаётган майдонларни темир маъданига ва бошқа фойдали қазилмаларга истикболли бўлишини баҳолаш мақсадида ўтказилади.

3. Харитали излаш (дала) – йирик масштабли геологик хариталаш (М-б 1:50000 ва 1:10000) ва темир маъдани ва бошқа фойдали қазилмаларни қидириш мақсадида қўлланилади.

4. 1:10000 ва йирикроқ масштабдаги излов – қидирув ва аниқ маъдан жинсларини аниқлаш, ўлчамларини, шаклини, ётиш ҳолатини, магнит хоссаларини баҳолаш мақсадида ўтказилади.

Дала ишлари ихчам магнитометрлар ёрдамида ўтказилади.

Хариталашнинг иккита тури бор: йўналишли (профилли) ва майдонли. Текширув тадқиқотларида геологик тузилмалар билан магнит майдон аномалияларининг умумий боғланишини аниқлаш учун йўналишли хариталаш ўтказилади.

Параллел ўтказилган профиллар бўйича майдонли хариталаш кўпроқ ўтказилади. Профилларнинг орасидаги масофа қидирув жинслари узунлигига нисбатан 5 марта кичик қилиб олинади. Ўлчовлар қадами қидирув жинслари қўндаланг ўлчамидан 5 марта кичик бўлади. Услубни стандартлаш мақсадида кузатув нуқталарининг орасидаги масофани 5,10,20,25,50,100 м. олиш тавсия қилинади. Таянч ва оддий нуқталар белгиланади.

Иш вақтида магнит вариацияларини кузатиш мақсадида магнит майдон кучланганлигини экспедиция базасида ёки таянч назорат нуқтада – магнит вариацион станция ёки оддий магнитометр ёрдамида ҳар 10-30 дақиқада ўлчовлар олиб борилади. Вақт бўйича вариация амплитудаси  $Z_{\text{вар}}(t)$  ва дала кузатувларнинг вақти маълум бўлса, вариация учун тузатма  $Z_{\text{вар}}$  аниқланади. Ҳар бир асбобни кўрсатишини назорат қилиш учун иш бошлаганда ва иш тугаганда ҳар иш куни назорат таянч нуқтасида ўлчовлар ўтказилади. Бу ўлчовлар асбобнинг ноль пунктининг силжишини аниқлаш учун қўлланилади.

$i$  номерли оддий нуқтадаги нисбий вертикал ташкил этувчиси орттирмасининг қиймати қуйидаги ифода бўйича ҳисобланади:

$\Delta Z_i = c \cdot (n_i - n_0)$ , бу ерда  $n_i$ ,  $n_0$  -  $i$  – оддий ва таянч нуқтадаги асбобнинг кўрсатуви (саноклар),  $c$  – асбобни шкаласидаги бўлимининг нархи.

Профилдаги ҳар бир оддий нуқтада (пикетда) аномалия қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$\Delta Z_{ai} = Z_i - Z_0 = c(n_i - n_0) + \alpha(t_i^\circ - t_0^\circ) - Z_{\text{вар}}(t).$$

Бу ерда,  $\alpha$  - асбобнинг ҳарорат коэффиценти;  $t_i^\circ, t_0^\circ$  - оддий ва таянч нуқтадаги ҳарорат;  $Z_{\text{вар}}$  – вариация майдони учун тузатма.

Натижалар  $\Delta Z_a$  графиклари, профиллар харитаси ва магнит майдоннинг (вертикал ташкил этувчиси) аномалия харитасида кўрсатилади. Кузатувларнинг аниқлаш хатосини баҳолаш учун кузатув нуқталар сонидан 10% гача такрорий кузатувлар олиб борилади ва ўртача квадратик хато ҳисобланади:

$$\varepsilon = \pm \sqrt{\frac{\sum \delta_i^2}{2n-1}}, \text{ бу ерда } \delta_i - i \text{ нуқтадаги биринчи ва такрорий ўлчов санларининг айирмаси; } n - \text{ такрорий нуқталар сони. Йирик масштабда йўл қўйилиши мумкин бўлган хато } \varepsilon = \pm 5\gamma \text{ ни ташкил этади.}$$

### **Магниторазведкада қўлланиладиган асбоблар.**

Магнитометр М-27 – вертикал ташкил этувчисининг нисбий ортимасини  $\Delta Z$  ни ўлчашда ишлатилади. М-27 магнитометрнинг сезгир элементи горизонтал эластик (таранг) темир толасига (ингичка симга) маҳкамланган доимий магнитдан иборат. Шу магнитнинг ҳолати Ер магнит майдони таъсирида ўзгаради. Доимий магнитга кичик ойнача маҳкамланган. Санаси компенсация усули билан ўтказилади. Бунинг учун асбобда санаш шкаласи билан мустаҳкам боғланган компенсацион магнит бор. Аста – секин компенсация ўлчов магнители горизонтал ҳолатида турмагунча компенсацион магнитни айлантириш натижасида ўтказилади. Компенсация бўлган вақти магнитдаги ойначадан қайтган аксланувчи индексни қўзғалмас горизонтал индекси билан бирлаштириш йўли билан оптика тизими ёрдамида қайдланади.  $\Delta Z$  ўлчов чегарасини кенгайтириш учун иккинчи, босқичли компенсациянинг диапазонли магнители ўрнатилган.

Орттирма  $\Delta Z_i = C(p_i - p_0)$  ифода ёрдамида ҳисобланади, бу ерда

$C$  – шкала бўлимининг нархи;

$p_i, p_0$  -  $i$  сонли ва таянч нуқтадаги саноклар.

Асбобни аниқ магнит меридиани бўйлаб жойлаштириш керак эмас, чунки компенсация қилган вақтида магнитнинг ўқи горизонтал ҳолатда жойлашади ва Ер магнит майдонининг горизонтал ташкил этувчиси унга таъсир қилмайди.

Асбоб ёрдамида ўлчовларни  $\pm 3\gamma$  гача ўрта квадратик хато билан ўтказилади.

Протонли магнитометр – Ер магнит майдонида протоннинг (водород ядроларининг) тебраниш частотасини ўлчашга асосланган.

Протонли магнитометрнинг сезгир элементи протонларга бой (сув, спирт, бензол ва бошқалар) бўлган суюқликдан иборат. Идишдаги суюқлик таъминловчи ғалтак ичига жойлаштирилади. Бу ғалтакда кучли магнит майдон ( $T_0=100\text{э}$ ) қўзғатилади. Бу қўзғатилган магнит майдоннинг йўналиши берилган нуқтада Ер магнит майдонининг тўлиқ векторига ( $T$ ) перпендикуляр жойлаштирилади. Суюқликдаги протонлар (уларни элементар магнитлар деб ҳисобласак бўлади) икки секунд давомида магнитлантирувчи майдон бўйлаб жойлашадилар. Кейин магнитлантирувчи майдон тез ўчирилади. Протонлар ернинг тўлиқ вектори  $T$  бўйлаб жойлашиш ҳаракати натижасида тебранадилар ва ўлчов ғалтагида кучсиз индукцион ток ҳосил бўлади. Бу токнинг частотаси Ер магнит майдонининг кучланганлиги  $T$  катталигига пропорционал бўлади. Бу частота Лармор тенгламаси ёрдамида аниқланади:

$\omega = \gamma \cdot T$ , бу ерда  $\gamma$  - протоннинг гиромагнит нисбати, яъни унинг магнит ва механик моментларининг нисбати.

$\gamma = 26750.8 \pm 0.5 \text{ э}^{-1} \text{сек}^{-1}$  (Яновский Б.М. бўйича).

### **Магнит аномалияларини талқин қилиш**

Магнит аномалияларини талқин қилишда аномалияларнинг табиати, геологик объектлар билан боғланиши, геологик муҳитда жойланиш қонунияти ва натижада майдоннинг геологик тузилиши ўрганилади.

Талқин қилиш сифатий ва миқдорийга бўлинади.

Сифатийда – кузатилган магнит аномалияларни тақсимланиши, таснифи, шакли, кескинлиги ўрганилади, регионал (худудий) ва локал (маҳаллий) аномалияларга ажратилади. Магнит қўзғатувчи объектларнинг табиати ва параметрлари тахминан баҳоланади.

Сифатий талқин қилишнинг асосий усуллари кўринар таҳлили ва аномалияларни оддий ҳисоботлар ёрдамида бошқа кузатув даражасига (тепага ёки пастга), магнит потенциалининг бошқа ҳосилалари қайта ҳисобланади. Бундай қайта ҳисоботлар трансформациялар деб аталади. Уларнинг мақсади бизни қизиқтирадиган майдоннинг хусусиятларини ажратиш ва кучайтиришдир.

Миқдорий талқин қилишда математик формулалар бўйича ҳисоботлар ёки турли палеткалар ёрдамида магнит қўзғатувчи жисмнинг шакли, ётиш чуқурлиги, ўлчамлари ва хоссалари аниқланади.

Микдорий талқин қилиш магниторазведканинг тўғри ва тескари масалаларини ечиш асосида ўтказилади. Микдорий талқин қилишнинг услуби кузатилган аномалияга асосланиб, танлаб олинган моделга (геологик объект содда геометрик жисмлар билан аппроксимациялашган модел) бир неча марта ҳисобланган назарий аномалия кузатилган аномалия билан солиштириш усули билан олиб борилади.

### **Магниторазведка далилларини сифатли талқин қилиш.**

Профиллар ва изодинама хариталарида битта объектга тегишли аномалиялар ажратилади ва кузатилади, ҳар хил жинслар контактлари ҳолати белгиланади, тузилмалар контурлари кузатилади. Изометрик  $Z_a$  аномалиялари тик магнитланган изометрик геологик объектларга тўғри келади; чўзиқ изодинамаларга чўзиқ геологик тузилмалар ва алоҳида қатламлар тўғри келади. Агар тик магнитланган жисмга майдон  $Z_a$  аномалияси битта ишорага эга бўлса, унда бу жинсларнинг бошқа қутби катта чуқурликда ётганини билдиради; агар жисмнинг пастки қисмининг чуқурлиги юқори қисмининг чуқурлигидан кам фарқ қилса, унда юқори қисми таъсиридан ҳосил бўлган кучли аномалия атрофида пастки қутби таъсирида ҳосил бўлган кучсиз тескари ишорали майдон кузатилади. Кучсиз аномалияларнинг тақсимланиш майдони жинсларнинг ётиш йўналишини билдиради.

Агар жисмларнинг магнитланганлиги қиялик бўлса, унда майдон тузилиши мураккаб бўлади ва графиклар ассиметрик бўлади. Геомагнит майдонининг вертикал ташкил этувчиси ( $Z$ ) аномалияларнинг юқори горизонтал градиентлар участкаларига ҳар хил магнит хусусиятига эга бўлган жинслар контактларига тўғри келади.

Кузатилган аномалия – йиғинди аномалия ҳисобланади (ўлчамлари, хусусиятлари ва ётиш чуқурлиги ҳар хил бўлган объектлар таъсирида ҳосил бўлган аномалиялар тўплами). Магнит майдонини трансформациялаш айрим жисмлар ҳосил қилган аномалияларни белгилаш (ажратиш), маълум бир интервалдаги чуқурликда ётган объектлар билан боғлиқ бўлган аномалияларни кучайтириш имконини беради.

Катта чуқурликларда ётган объектларга боғлиқ бўлган аномалияларни нисбатан кучайтириш учун (Ер юзасига яқин бўлган кичик чуқурликларда жойлашган жисмлар аномалияларини сусайтириш (сўндириш) ҳисобига) майдоннинг ўртача қийматини маълум бир доира ёки квадрат майдони бўйлаб топиш ёки унинг юқори ярим макон учун қайта ҳисоблаш усулидан фойдаланилади. Бунда ўртача қийматни ҳисоблаш радиуси ёки қайта ҳисоблаш баландлиги қанчалик катта бўлса, регионал аномалия шунчалик кучайган бўлади, локал (маҳаллий) аномалия шунчалик сўнган бўлади.

Кесимнинг юқори қисмидаги тузилмалар ва айрим жисмлар билан боғлиқ бўлган аномалияларни кучайтириш учун магнит майдоннинг биринчи ва иккинчи тартибли градиентлари ҳамда фарқли аномалиялари ҳисобланади.

Ҳар хил чуқурликда ётган кўзғатувчи массалар таъсиридаги аномалияларни ажратишни майдонни частотали саралаш деб кўриш мумкин. Бунга ўртача қийматни ва бошқа даражаларга (баландликка) қайта ҳисоблаш, юқори тартибли градиентларни ҳисоблаш усуллари киради.

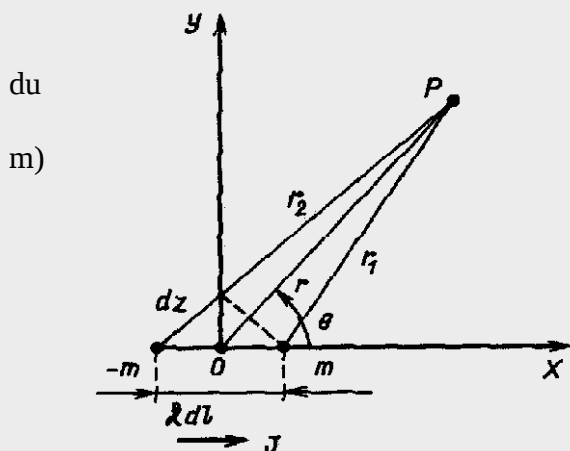
### **Магнит диполининг майдони.**

Магнит массалар тасаввурини ишлатиб магнит майдон потенциалининг “ $U$ ” ифодасини ишлаб чиқариш мумкин. Вакуумда ( $\mu=1$ ) нуқтавий магнит масса учун  $U = \pm \frac{m}{\mu \cdot r}$ , бу ерда:  $m$  – магнит массаси,  $r$  – магнит массадан кузатув нуқтагача бўлган масофа,  $\mu=1$  бўлгани учун (вакуумга)  $U = \pm \frac{m}{r}$ .

Магнит потенциали Т кучланганлик ва унинг ташкил этувчилари билан боғланган

$$T = \frac{\partial U}{\partial r}; \quad Z = \frac{\partial U}{\partial z}; \quad X = \frac{\partial U}{\partial x}; \quad Y = \frac{\partial U}{\partial y}.$$

Магнит диполи – бу иккита бир-бирига тенг ва яқин масофада жойлашган қарама-қарши ишорали магнит массаларидир.



Расм – 5. “Магнит диполи”

Р нуктада дипол ҳосил қилган магнит потенциали ифодадан топилади (расм 5)  $du = du_1 + du_2$ ;  $du_1$  – (+m) магнит массасини ҳосил қилган потенциал;  $du$  – (-) ҳосил қилган потенциал.

$$du = \frac{m}{r_1} + \frac{(-m)}{r_2} = m \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right), \text{ бу ерда, } r_1 \text{ ва } r_2$$

магнит массаларидан Р кузатув нуктагача бўлган масофа.

$$r_1^2 = r^2 + (dl)^2 - 2r dl \cos \theta;$$

$$r_2^2 = r^2 + (dl)^2 + 2r dl \cos \theta$$

$dl$  – (+m) ва (-m) орасидаги масофанинг ярми; X ўқи ва r орасидаги бурчак.

$$du = m \left[ \frac{1}{\sqrt{r_1^2 + (dl)^2 - 2r dl \cos \theta}} - \frac{1}{\sqrt{r_2^2 + (dl)^2 + 2r dl \cos \theta}} \right].$$

Махраж ва суратни r га қисқартирганда ва Ньютон биноми қўлланса ҳамда ўзгартиришдан кейин  $du = \frac{m dl \cos \theta}{r^2}$  чиқади. Бу ерда  $m \cdot dl = dM$  - магнит моменти.

Унда  $du = \frac{dM \cos \theta}{r^2}$  - диполнинг магнит потенциали ва Р нуктанинг жойлашиш йўналишига боғлиқ, чунки формулага  $\cos \theta$  киради.

Р нуктада магнит майдонининг Т кучланганлиги потенциалнинг ҳосиласига тенг.

$$T = \frac{\partial U}{\partial r} = \frac{\partial \left( \pm \frac{m}{r} \right)}{\partial r} = \pm \frac{m}{r^2}.$$

X ўқи бўйлаб кузатувларга:

$$\text{Алмаштирамиз; } \cos \theta = \frac{x}{r}; \quad r = \sqrt{x^2 + y^2}; \quad du = \frac{m dl \cos \theta}{r^2} = \frac{dM x}{(x^2 + y^2)^{3/2}}; \quad dM = I dv;$$

$dv$  – диполнинг ҳажми; I – магнит ўқи бўйича йўналтирилган вектор;

$$du = \frac{I dv \cos \theta}{r^2} - \text{ҳажмга эга бўлган диполнинг магнит потенциали.}$$

Реал магнитланган жинсларни элементар магнит диполлар тўплами деб ҳисобласак бўлади. Унда  $U = \sum du_i$ . Ихтиёрий жинснинг магнит потенциали шу жинсни ташкил этган магнит диполлар потенциалларининг тўпламига тенг ёки жинснинг ҳажми бўйича диполлар потенциалларининг интегралига тенг.

$$U = \iiint_v \frac{\bar{I} \cos \theta}{r^2} \cdot dv - \text{бу ифода магниторазведка назариясининг асосида ётади.}$$

$$T = \iiint_v \frac{\bar{I} \sqrt{1 + 3 \cos^2 \theta}}{r^3} \cdot dv$$

### Магнит аномалияларини микдорий талқин қилиш

Магнит майдонлар аномалияларини микдорий талқин қилиш магниторазведканинг тўғри ва тескари масалаларини ечиш асосида ўтказилади.

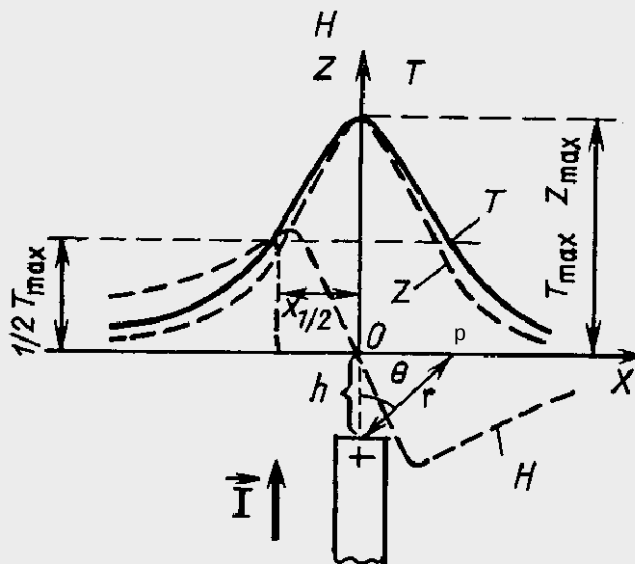
Тўғри масала – ўлчамлари, шакли, ётиш чуқурлиги, магнит хоссалари маълум бўлган жинс учун Ер юзасидаги магнит майдон аномалиясининг элементлари ҳисобланади. Бунда атрофдаги муҳитни магнитсиз, яъни  $\alpha=0$  ва  $\mu=0$  деб ҳисобланади. Тўғри масаланинг ечими бир жавоблидир.

Тескари масала – Ер юзасида аниқ бўлган (далада ўлчанган) магнит майдон элементлари қийматларини тақсимланиши бўйича жинсининг ўлчамлари, шакли, ётиш чуқурлиги ҳисобланади. Тескари масаланинг ечими кўп жавобли. Ечимни бир жавоблига яқинлаштириш учун геологик объектнинг табиати бўйича қўшимча маълумотлар ишлатилиши керак.

Тўғри масалани ечилишини оддий геометрик жинслар учун қараб чиқамиз.

**Тик узун устун учун магнит майдони.**

Тўғри масала



Расм – 6. Тик чексиз устун устида геомагнит майдон.

Координата бошланишининг 0 тагида  $h$  чуқурликда тикка устуннинг (стержен)  $+m$  қутби жойлашган (6-расм). Иккинчи ( $-m$ ) қутби катта чуқурликда ётади ва унинг таъсири сезилмайди. Магнитланганлик вектори  $\bar{I}$  тикка устун ўқи бўйича йўналтирилган.  $X$  ўқида жойлашган  $P$  қузатув нуқтада магнит майдон кучланганлиги  $T = \frac{m}{r^2} = \frac{m}{(x^2 + h^2)}$  га тенг, бу ерда  $r = \sqrt{x^2 + h^2}$ .

Вертикал ташкил этувчиси  $Z = T \cos \theta$  га тенг,  $Z = T \cos \theta = \frac{m}{r^2} \cos \theta = \frac{m \cdot h}{r^3} = \frac{m \cdot h}{(x^2 + h^2)^{3/2}}$ .

Бу ерда  $\cos \theta = \frac{h}{r}$ .

Горизонтал ташкил этувчиси:

$H = T \sin \theta = \frac{mx}{r^3} = \frac{mx}{(x^2 + h^2)^{3/2}}$  га тенг.

Ёки шу ифодаларни магнит потенциали орқали топса бўлади ( $U = \frac{m}{r}$ ).

$$Z = -\frac{\partial u}{\partial h} = -\frac{\partial}{\partial h} \left( +\frac{m}{r} \right) = \frac{mh}{(x^2 + h^2)^{3/2}}; \quad H = -\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{mx}{(x^2 + h^2)^{3/2}};$$

Устун устида  $x=0$  да  $Z$  ва  $T$  максимумга эга.  $Z_{\max}=T_{\max}=\frac{m}{h^2}$ ,  $H=0$ . Агар  $X \rightarrow \pm\infty$  ҳамма ташкил этувчилар 0 га интилади, яъни  $Z, T, H \rightarrow 0$ . Бу ифодалардаги “ $m$ ” ни ўрнига  $I \cdot S = m$  қўйиш мумкин. Харитада штоксимон интрузиялардан, кимберлит трубкалардан изометрик якка ишорали аномалиялар ҳосил бўлади.

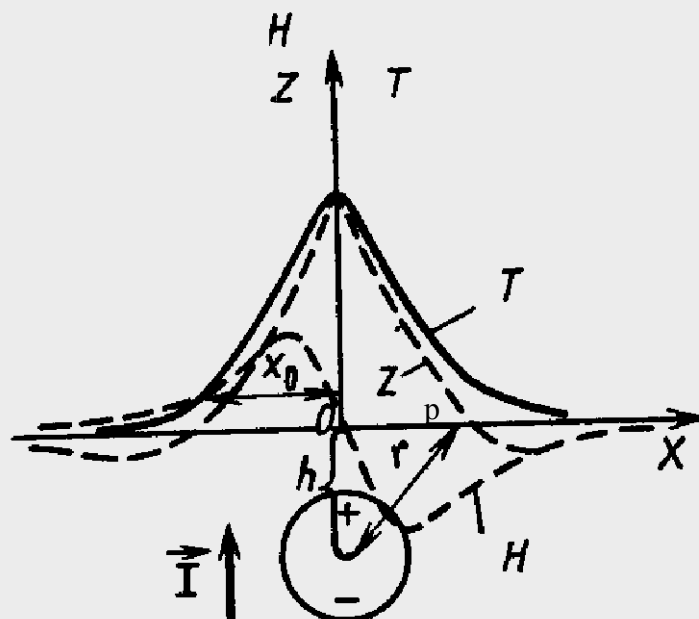
### Тескари масала.

Графикдан  $\frac{Z_{\max}}{2} = Z_{1/2}$  қийматини аниқлаб, графикнинг  $x_{1/2}$  нуқтасига  $Z_{1/2} = \frac{mh}{(x_{1/2}^2 + h^2)^{3/2}} = \frac{m}{2h^2}$  ифодаalayмиз. Бу ечилганда тик устуннинг ётиш чуқурлиги ҳисобланади  $h \approx 1.305x_{1/2}$ .  $T$  дан  $T_{1/2} = \frac{T_{\max}}{2}$ ,  $|x_{1/2}| = h$  топиш мумкин.  $H$  экстремал қийматларни аниқлаш учун  $\frac{dH}{dx} = 0$  тенг қилиб олиш керак. Ундан  $X_3 = \pm 0.7h$  чиқади. Натижада  $h = |\pm 1.428X_3|$  аниқланади.  $H_{\max, \min} = \pm \frac{0.38m}{h^2}$ ,  $\frac{H_{\max}}{Z_{\max}} = 0.38$ .

### **Шар устидаги магнит майдони**

Координата бошланишининг тагида радиуси  $R$  га тенг, маркази  $h$  чуқурликда жойлашган шар бўлсин. Шар вертикал магнитланган.  $X$  ўқида кузатувлар олиб борамиз (9-рasm).

### Тўғри масала.



Расм – 7. "Шар устидаги магнит майдони".

Шарнинг магнит потенциали марказда жойлашган магнит диполнинг потенциалига тенг деб тасаввур қилинади. Шарнинг потенциали куйидаги ифода билан аниқланади  $U = \frac{M \cdot \cos \theta}{r^2}$ , бу ерда  $M = I \cdot V$  - шарнинг магнит моменти;  $r$ - $P$  кузатув нуқтагача бўлган масофа.

$$\cos \theta = \frac{h}{r}. \text{ Унда } U = \frac{I \cdot V \cos \theta}{r^2} = \frac{I \cdot V \cdot h}{(x^2 + h^2)^{3/2}}$$

$P$  – кузатув нуқтаси:

Магнит майдонининг вертикал ташкил этувчиси потенциалнинг чуқурлик бўйича ҳосиласига тенг ( $Z = -\frac{\partial U}{\partial h}$ ).

$$\text{Шар учун } Z = -\frac{\partial U}{\partial h} = I \cdot V \frac{2h^2 + x^2}{(x^2 + h^2)^{5/2}}.$$

Агар,  $x=0$  да вертикал ташкил этувчиси максимумга эга бўлса.  $Z_{a\max} = \frac{2I \cdot V}{h^3}$

Агар,  $x_0 = \pm 1.4h$  га тенг бўлганда,  $Z_a=0$  бўлади.

Агар  $x > x_0$  унда  $Z_a$  манфий бўлади ва 0 га интилади.

Агар  $x=2h$  га тенг бўлганда  $Z$  минимумга эга бўлади.

$$Z_a \min = \frac{Z_{\max}}{25\sqrt{5}}.$$

Харитада изометрик, аномалиянинг марказ қисмида кучли мусбат, атрофида кучсиз манфий аномалия кузатилади.

Магнит майдоннинг горизонтал  $H$  ташкил этувчиси  $X$  ўқи бўйича магнит потенциалнинг ҳосиласига тенг:

$$H_a = \frac{\partial u}{\partial x} = \frac{3IVhx}{(x^2 + h^2)^{5/2}}.$$

агар,  $x=0$  да  $H=0$  бўлади.

агар,  $x=\frac{h}{2}$  да  $H_{\max} = \frac{24 \cdot Z_{\max}}{25\sqrt{5}}$  эга бўлади.

Бундай аномалияларни брахиантиклинал (ядроларида магнит хоссалари юқори бўлган жинслар ётган), лакколитлар, боксит, марганец маъданлари ва бошқалар ҳосил қилади.

#### Тескари масаланинг ечилиши.

Харитадаги изометрик аномалиянинг марказидан ўтказилган кесмага  $Z$  графиги тузилади.

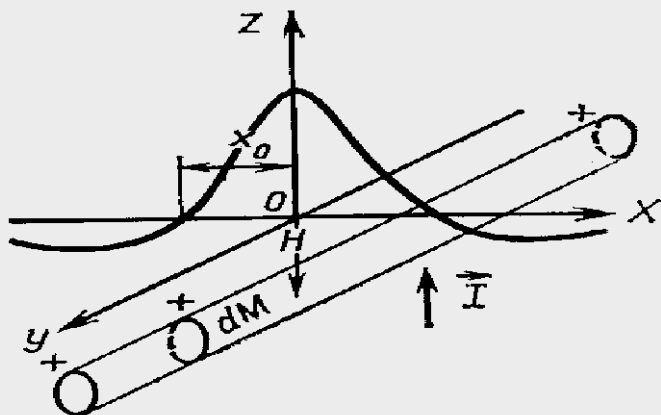
Графикдаги  $Z=0$  га тенг бўлган нуқтадан  $x_0 = \pm 1.4h$  формуладан чуқурликни топамиз:  
 $h = 0.7 \cdot x_0$ .

Ёки  $h = 0.5|x_{Z_{\min}}|$  га тенг. Чуқурликни  $Z_{1/2} = \frac{1}{2}Z_{\max}$  бўлган абсциссасини  $x_{1/2}$  дан ҳам аниқлаш мумкин.  $h = 1.8 \cdot x_{1/2}$ ,  $M = \frac{Z_{\max} h^3}{2}$  - магнит моменти. Агар  $I$  аниқ бўлса  $V = \frac{M}{I}$ ;  
 $R = \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}}$  ни аниқлаш мумкин.

#### **Чексизга чўзилган горизонтал цилиндрнинг магнит майдони.**

Н чуқурликда ётган цилиндр “У” ўқида параллел ётган бўлсин. Цилиндр вертикал магнитланган бўлсин. Унинг магнит моменти  $M=I \cdot S$ .

#### Тўғри масала



Расм – 8. “Горизонтал цилиндр устидаги магнит майдони”.

Цилиндрнинг магнит майдони марказлари цилиндрнинг ўқида жойлашган чексиз сонтик магнит диполлар майдонларининг тўпламига тенг.

Диполнинг магнит потенциали  $du = \frac{dM \cos \theta}{r^2} = \frac{I \cdot dv \cdot H}{r^3} = \frac{IH ds dy}{r^3}$ . Бу ерда,  $I$  - магнитланганлик,  $I = \frac{dM}{dv}$ ;  $dv = ds \cdot dy$ ;  $\cos \theta = \frac{H}{r}$ ;  $r = \sqrt{x^2 + y^2 + H^2}$ ,  $P$  - кузатув нуқтагача масофа;  $H$  – цилиндр ўқининг ётиш чуқурлиги.

Цилиндрнинг магнит потенциали уни ташкил этган диполлар магнит потенциалларининг йиғиндисига, яъни цилиндрнинг ҳажми бўйича дипол магнит потенциалининг интегралига тенг бўлади:

$$U = IH \iint_s ds \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dy}{(x^2 + y^2 + H^2)^{3/2}}; \quad \iint_s ds = S \quad - \quad \text{цилиндрнинг кўндаланг юзаси.}$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dy}{(x^2 + y^2 + H^2)^{3/2}} = \frac{2}{x^2 + H^2} \text{ га тенг бўлади. Унда } U = \frac{2IHS}{x^2 + H^2} = \frac{2MH}{x^2 + H^2}.$$

$$\text{Магнит майдоннинг вертикал ташкил этувчиси } Z_a = -\frac{\partial u}{\partial H} = 2M \frac{H^2 - x^2}{(x^2 + H^2)^2}.$$

$$\text{Агар, } x=0 \text{ бўлса } Z_a \text{ max га эга. } Z_a \text{ max} = 2M \frac{H^2}{H^4} = \frac{2M}{H^2}.$$

Агар,  $x = \pm H$  бўлса  $Z_a$  0 га тенг бўлади.

Агар,  $|x| > H$  бўлса  $Z_a$  нинг қийматлари манфий бўлади.

Агар,  $x \rightarrow \pm \infty$  бўлса  $Z_a \rightarrow 0$  га интилади.

Агар,  $x = 1.4H$  бўлса  $Z_a \text{ min}$  га эга.

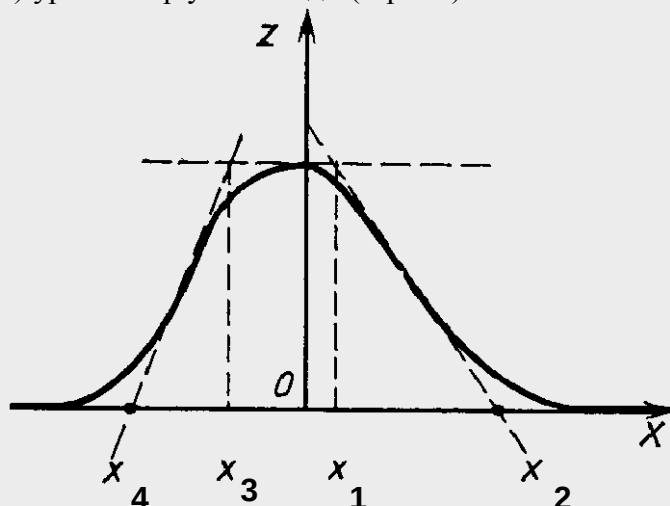
Харитада чўзиқ, марказ қисмида кучли мусбат, атрофида кучсиз манфий аномалия кузатилади.

Тескари масаланинг ечилиши.

Чўзиқ аномалия йўналишига перпендикуляр ўтган профил бўйича график  $Z_a$  тузилади. Графикдан  $Z_a = 0$  бўлган  $x_0$  масофа аниқланади ва чуқурлик  $H = |\pm x_0|$  дан топилади. Ёки  $Z_{\min}$  нинг “ $X_{\min}$ ” координатаси аниқланиб чуқурликни аниқлаш мумкин  $H = 0.7|x_{\min}|$ .

### Уринма усули - график усули.

Бу усулда олинган  $Z, T$  майдони графигидаги максимум, минимум ва эгилиш нуқталарига (ён томонлама) уринмалар ўтказилади (9-расм).



Расм – 9. “Уринмалар усули билан жисмнинг ётиш чуқурлигини аниқлаш”

Уринмалар бир-бирини кесган нуқталар 0 дан қайси масофаларда жойлашганлиги аниқланади ва магнит кўзгатувчи объектнинг юқори қисмининг ётиш чуқурлиги

$$H = \frac{1}{2} \left[ \left( \frac{x_1 - x_2}{2} \right) + \left( \frac{x_3 - x_4}{2} \right) \right] \text{ формуладан ҳисобланади.}$$

### Магниторазведка қўлланиладиган соҳалар.

Магниторазведка бошқа геофизик усуллар билан асосан тектоник районлаштириш, геологик хариталаш, океан ва денгиз тубларининг тузилишларини, чўкинди жинс қатламларидаги антиклинал ва синклинал курилмаларни ўрганиш, магматик ва метаморфик тоғ жинсларини хариталаш, маъданли ва сульфидли фойдали қазилмаларни қидиришда қўлланилади. Ундан ташқари кимберлит трубкларини излашда ва ҳар хил гидрогеология ва муҳандислик геология масалаларини ечишда, (кристаллик қояли пойдеворни хариталаш, тектоник бузилишларни белгилаш, жинсларнинг дарзлилигини, ўпирилишларнинг динамикасини ўрганиш ва бошқа), археологияда ҳам қўлланилади (микромагнит хариталаш). Ернинг қадимий магнит майдонини полеоманит кузатувлари ёрдамида ўрганилади.

Океан (денгиз) тубининг тузилишини ўрганишда гидромагнит тасвирлаш усуллари қўлланилади ва асосан 1:50000 дан 1:200000 гача масштабда амалга оширилади.

Геологик хариталашда, асосан, қуйидаги масштаблар ишлатилади:

1.1:50000 дан 1:25000 гача аэромагнит тасвирлаш ишлари учун;

2.1:10000 Ер юзасидаги хариталаш учун.

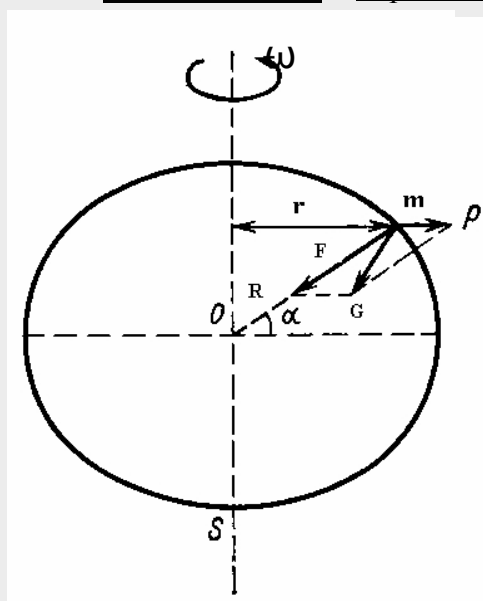
Бир неча йиллар илгари платформали вилоятларда магниторазведка изланишлари олдига, асосан, пойдеворнинг юқори қисмигача бўлган чуқурликни аниқлаш ва унинг тузилишини ўрганиш вазифаси қўйилар эди. Бунда пойдеворгача бўлган чўкинди тоғ жинслари амалда магнитланмаган деб кўрилар эди. Лекин, кейинчалик квантли магнитометрлар пайдо бўлиши бу соҳаларда аэромагнит кузатувларни ўтказишнинг янги имкониятларини яратди. Квантли Магнитометр элементларининг сезиш қобилияти юқори бўлганлиги сабабли, улар чўкинди қатламлардаги тузилмаларни ҳам ўрганиш имкониятини берди. Шу сабабли ҳам аэромагнит тасвирлашнинг 1:50000 масштабдаги кузатувлари нефт ва газ конлари ҳосил бўладиган тузилмаларни излашда ва ўрганишда кенг қўлланилади.

### ГРАВИРАЗВЕДКА (гравитацион қидирув)

#### ГРАВИРАЗВЕДКАНИНГ ФИЗИК ВА ГЕОЛОГИК АСОСЛАРИ

Гравиразведка – бу Ер пўстининг геологик тузилиши ва фойдали қазилмаларни қидиришнинг геофизик усулидир. Гравиразведка-оғирлик кучи майдонининг Ер юзасида тақсимланишини ўрганишга асосланган. Оғирлик кучи (гравитацион) майдони Ер ичидаги тоғ жинсларининг зичликлари фарқланиши билан боғлиқ. Гравитацион майдонни ҳавода ва космосда, Ер юзасида, денгиз ва океанларда, қудуқларда ва тоғ қазилмаларида кузатилади. Ернинг гравитацион майдони оғирлик кучининг тезланиши ва унинг ҳосилалари билан тавсифланади.

Оғирлик кучи. – «Гравитас» лотинча оғирликдир. Оғирлик кучи ернинг тортишиш кучи



(**F**) ва ернинг ўз ўқи атрофида айланиши натижасида ҳосил бўлган марказдан қочма (**P**) кучларнинг тенг таъсир этувчиси ҳисобланади.

Демак, оғирлик кучи (**G**) тортиш кучи (**F**) ва марказдан қочма кучларни (**P**) тўпламига тенг.  $\vec{G} = \vec{F} + \vec{P}$  (Расм 10).

Бу кучлар массасининг бирлигига нисбати тезланишлар билан тавсифланади;

$$g = \frac{G}{m}; f = \frac{F}{m}; p = \frac{P}{m}; \vec{g} = \vec{f} + \vec{p}$$

Гравиразведкада «оғирлик кучи» деганда «оғирлик кучининг тезланиши» тушунилади.  $g$  тезланишини ўлчов бирлиги СГС тизимида Галилей шарафига аталган «гал» ҳисобланади ва у  $1\text{ см/с}^2$  га тенг.

**Расм 10.** Оғирлик кучи ва унинг ташкил этувчилари.

Гравиразведкада миллигал (**мгал**) ишлатилади.  $1\text{мгал}=10^{-3}\text{гал}$ .

Си тизимида  $1\text{гал}=10^{-2}\text{м/с}^2$ ,  $1\text{мгал}=10^{-5}\text{м/с}^2$ .

Қайсидир « $m$ » массани Ернинг ҳамма массаси ( $M_{\text{ер}}$ )  $F$  куч билан ўзига тортади. Бу куч бутун олам тортишиш қонуни (*Ньютон қонуни*) билан аниқланади:

$$F = K \frac{mM_{\text{ер}}}{R^2}.$$

Бу ерда,  $R$  – “ $m$ ” массадаан Ер марказигача масофа;  $k$  – гравитацион доимийлик – бир граммга тенг бўлган, ораси 1 см масофада жойлашган иккита масса орасидаги ўзаро таъсир этувчи кучнинг қийматига тенг:

$$K = 66.7 \cdot 10^{-9} \frac{\text{см}^3}{\text{г} \cdot \text{с}^2} - (\text{СГС тизимида}), \text{ ёки } K = 6.67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{м}^3}{\text{кг} \cdot \text{с}^2} (\text{СИ тизимида}).$$

Агар,  $m = 1\text{г}$  га тенг бўлса, унда бирлик массани тортишиш кучи  $F \approx K \frac{M}{R^2}$  га тенг ва Ер марказига йўналтирилган бўлади. Марказдан қочма куч  $P$  айланиш ўқиға перпендикуляр бўлган “ $r$ ” радиус бўйлаб йўналган ва у  $P = mr\omega^2$  формула билан аниқланади ( $\omega$  – бурчакли тезлик).  $P$  кучнинг миқдори қутбда 0 га тенг ( $r = 0$ ), экваторда максимал миқдорға тенг. Нисбат  $p/f = 1/288$  га тенг, демак оғирлик кучи асосан бутун тортишиш кучи билан аниқланади  $g \approx f \approx K m / R^2$ . Ернинг радиуси қутбда ( $R_n = 6356,78\text{км}$ ) ва экваторда ( $R_s = 6378.16\text{км}$ ) ҳар хил бўлгани сабабли  $g_k > g_s$  ( $g_k = 983\text{гал}$ ,  $g_s = 978\text{гал}$ ). Ернинг ўртача оғирлик кучи 981,26 гал га тенг (Потсдамнинг стандартли қиймати). Ҳар қандай массаға эға бўлган жисмни ерға тортадиган куч оғирлик кучи деб аталади.

### Оғирлик кучининг потенциали

Ернинг гравитацион майдони оғирлик кучи тезланишиға тенг бўлган кучланганлик билан тавсифланади. Марказдан қочма кучнинг тезланиши тортишиш кучининг тезланишиға нисбатан жуда кичик бўлгани учун амалда оғирлик кучининг тезланиши тортишиш кучининг тезланишиға тенг қилиб олинади:

$$g \approx f = \frac{KM_{\text{ер}}}{R^2}.$$

Гравиразведканинг бир неча масалаларини ечишда оғирлик кучи потенциал функцияси “ $W$ ” ишлатилади. Ер марказидан  $R$  масофада жойлашган  $A$  нуқтада гравитацион потенциали

$$W_A = \frac{KM_{\text{ер}}}{R} \text{ га тенг. Ер марказида потенциал максимал қийматға эға. Ернинг марказидан}$$

узоқлашган сари потенциал узлуксиз камайиб боради.

$R$  радиуснинг давомида  $A$  нуқтадан  $\Delta R$  масофада жойлашган бошқа  $B$  нуқтада потенциал

$$W_B = \frac{KM_{\text{ер}}}{R + \Delta R} \text{ га тенг.}$$

Иккита нуқтанинг потенциаллар айирмаси:

$$\begin{aligned} \Delta W &= W_B - W_A = \frac{KM_{\text{ер}}}{R + \Delta R} - \frac{KM_{\text{ер}}}{R} = \frac{KM_{\text{ер}}R - KM_{\text{ер}}(R + \Delta R)}{R(R + \Delta R)} = \\ &= KM_{\text{ер}} \frac{R - R - \Delta R}{R(R + \Delta R)} = KM_{\text{ер}} \left( \frac{-\Delta R}{R(R + \Delta R)} \right) \text{ га тенг бўлади.} \end{aligned}$$

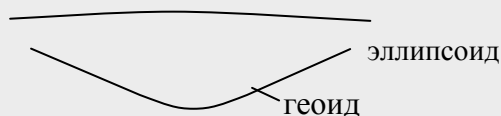
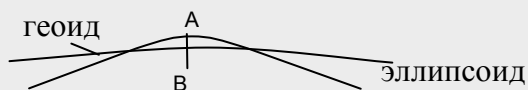
$\Delta R$  нолға интилганда (лимитда), яъни жуда кичик бўлганда

$$\Delta W = -\frac{KM_{\text{ер}}}{R^2} \cdot \Delta R = -f \cdot \Delta R \text{ га тенг бўлади. Бундан } f = -\frac{\Delta W}{\Delta R} = -\frac{dW}{dR} \text{ ни топамиз.}$$

$f \approx g$  га тенг бўлгани учун  $g = -\frac{dW}{dR}$ , яъни оғирлик кучининг тезланиши Ер маркази

йўналиши бўйича гравитацион потенциалнинг ҳосиласига тенг бўлади.

Тортилаётган нуктани  $\Delta R$  қисм бўйича ҳаракат иши  $\Delta A = f \cdot \Delta R$  га тенг. Бундан  $\Delta W = -\Delta A$  аниқланади ёки оғирлик кучининг 1 г га тенг бўлган массанинг  $\Delta R$  бўйлаб кўчириш иши бу қисмнинг учидаги гравитацион потенциал қийматларининг айирмасига тенг. Оғирлик



кучи (гравитацион) майдонини потенциаллари доимий бўлган юзалар билан тасвирлаш мумкин. Улар эквипотенциал юзалар деб аталади. Оғирлик кучи векторлари шу юзаларга нормал (перпендикуляр) ҳолатда жойлашади. Суюқлик массанинг юзаси оғирлик кучи майдонида эквипотенциал юзасига тўғри келади. Ердаги океанларнинг тинч ҳолатидаги юзани геоид дейилади. Геоид эллипсоид шаклига яқин бўлади.

Ҳақиқий Ерда геоид эллипсоид билан тўғри келмайди. Чунки ортиқ масса қўшимча гравитацион потенциални  $\Delta W$  яратади. У эквипотенциал юзани (геоидни) эгилишига олиб келади. Агар  $\Delta\sigma > 0$  бўлса, тепага эгилади. Агар

### 11-расм

$\Delta\sigma < 0$  бўлса, пастга эгилади,  $g_N = \Delta W$  ( $g$  – А ва В нукталардаги  $g$  нинг ўрта қиймати) (11-расм).

Оғирлик кучининг тўлиқ вектори деярли учта координата ўқлари бўйича гравитацион потенциалнинг ҳосилаларидан аниқланади:

$$g = \sqrt{g_x^2 + g_y^2 + g_z^2}.$$

Оғирлик кучининг  $x$ ,  $y$ ,  $z$  координата ўқларига проекциялари  $g_x = g \cos(g^{\wedge}x)$ ;  $g_y = g \cos(g^{\wedge}y)$ ;  $g_z = g \cos(g^{\wedge}z)$  -

оғирлик кучининг ташкил этувчилари билан таърифланади.

$g$  – оғирлик кучининг тўлиқ қиймати

$$g_x = \frac{\partial W}{\partial x}, g_y = \frac{\partial W}{\partial y}, g_z = \frac{\partial W}{\partial z} - \text{потенциалнинг вертикал градиенти.}$$



Агар  $Z$  ўқи Ер марказига йўналтирилган ва  $x=y=0$  бўлса, унда  $\frac{\partial W}{\partial x} = \frac{\partial W}{\partial y} = 0$  га тенг ва

$g = \frac{\partial W}{\partial z}$  га тенг бўлади. Гравиразведкада потенциалнинг иккинчи тартибли ҳосилалари ҳам ўрганилади.

$$\frac{\partial^2 W}{\partial x \partial y}, \frac{\partial^2 W}{\partial x^2}, \frac{\partial^2 W}{\partial y \partial z}, \frac{\partial^2 W}{\partial y^2}, \frac{\partial^2 W}{\partial z \partial y}, \frac{\partial^2 W}{\partial z^2} - \text{градиентлар}$$

Агар,  $\frac{\partial W}{\partial z} = g$  формула ҳисобига олинса, унда бу ифодаларни физик маъноси

аниқланади. Масалан  $\frac{\partial^2 W}{\partial x \partial z} = \frac{\partial g}{\partial x}$  – “X” ўқи бўйича оғирлик кучининг ўзгариш (градиентини) тезлигини билдиради, яъни “X” ўқи бўйича оғирлик кучининг горизонтал градиенти бўлади. Оғирлик кучи градиентининг ўлчов бирлиги Этвеш (Е) қабул қилинган (СГС тизимида).  $1E = 1 \cdot 10^{-9} 1/c^2$  ва 1 км масофада оғирлик кучининг 0,1 мгал га ўзгаришини билдиради.

$\frac{\partial^2 W}{\partial z^2}$  – оғирлик кучининг вертикал градиенти.

$\frac{\partial^2 W}{\partial y \partial z}$  – оғирлик кучининг Y ўқи бўйича горизонтал градиенти.

Иккиламчи тартибли ҳосилалар

$\frac{\partial^2 W}{\partial x \partial y}, \frac{\partial^2 W}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 W}{\partial y^2} = \Delta$  - кузатув нуқтасидаги геоид юзасини тавсифлайди.

### **Оғирлик кучининг абсолют (тўлиқ) ва нисбий ўлчовлари**

Оғирлик кучининг ўлчовлари тўлиқ (абсолют) ва нисбий бўлиши мумкин.

Абсолют ўлчовларда – ҳар бир нуқтада оғирлик кучининг тўлиқ қийматлари аниқланади.

Нисбий ўлчовларда – ҳар бир нуқтада баъзи асос қилиб олинган (таянч) нуқтага нисбатан оғирлик кучининг орттирмалари, яъни айирмалари аниқланади. Абсолют (тўлиқ) ўлчовларда маятник асбоблари ишлатилади. Нисбий ўлчовларда гравиметрлар ва маятник асбоблари ишлатилади.

Абсолют ўлчовларга жуда кўп вақт сарфланади. Шунинг учун гравиразведка дала ишларида нисбий ўлчовлар ўтказилади.

Оғирлик кучининг градиентларини ўлчаш учун градиентометрлар ва вариометрлар ишлатилади.

### **Оғирлик кучининг нормал қиймати**

Ернинг бир жинсли, зичликлари доимий бўлган концентрик қатламлардан ташкил топган деб ҳисобланган ва оғирлик кучининг геоид юзаси учун ҳисобланган назарий қийматини оғирлик кучининг нормал қиймати деб аталади.

Француз олими А. Клеро Ернинг шакли сфероид (шарга ўхшаш) деб фараз қилиб қуйидаги формулани чиқарган.

$$\gamma_0 = g_s (1 + \beta \sin^2 \varphi).$$

Бу ерда,  $g_s$  - оғирлик кучининг экватордаги қиймати (978.016 мгал);

$\varphi$  - географик кенглик;  $\beta$  - айланиш бурчак тезлигига ва сфероиднинг сиқилишига боғлиқ бўлган коэффициент:

$$\beta = \frac{g_k - g_s}{g_s} \approx 1/189.$$

Гельмерт Ерни эллипсоид деб ҳисоблаган ва аниқроқ формулани чиқарган:

$$\gamma_0 = g_s (1 + \beta_1 \sin^2 \varphi - \beta_2 \sin^2 2\varphi)$$

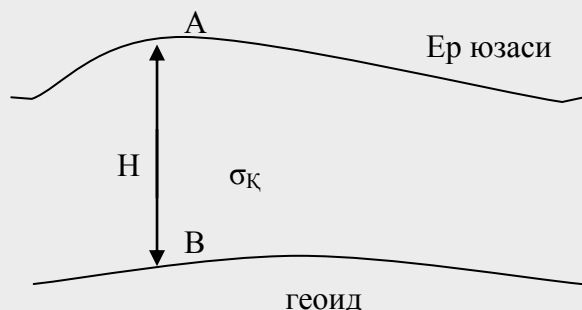
бу ерда,  $\beta_1$  ва  $\beta_2$  - ернинг шаклига ва айланиш бурчак тезлигига боғлиқ бўлган коэффициентлари:

$$g_s = 978.016 \text{ мгал}, \beta_1 = 0,005302; \beta_2 = 0,000007 - \text{ларга тенг}$$

$\gamma_0 = g_s (1 + 0,005302 \sin^2 \varphi - 0,000007 \sin^2 2\varphi) - 14 (\text{Мгал})$  гравиразведкада ишлатиладиган оғирлик кучининг нормал қийматининг формуласи (МДХ мамлакатларда).

## Оғирлик кучи аномалиялари

Ўлчанган оғирлик кучи ва шу нуқта учун оғирлик кучи нормал қийматининг фарқи оғирлик кучининг аномалияси (гравитацион аномалия) дейилади.



Расм 12

$$\Delta g_a = g_{\text{ўлч}} - \gamma_o.$$

Оғирлик кучи Ер юзасида ўлчанади, оғирлик кучининг нормал қийматлари эса геоид юзаси учун ҳисобланади. Аномалияларни таққослаш қиёфасига келтириш зарур. Бу ҳолатда тузатишлар (редукциялар) киритилади ва бундай жараёни редукциялаш дейилади.

Оғирлик кучининг аномалияларини ҳисоблаш учун ҳар хил редукциялар киритилади.

### 1) Бўш ҳавога киритилган (баландлик учун)

тузатиш.

Бу тузатишни киритганда ўлчаш нуқтасини океан сатҳига нисбатан баландлиги ортгани ҳисобга олиниб, океан сатҳи ва ўлчаш нуқтаси оралиғида тортувчи массалар йўқ деб фарз қилинади. Бу редукцияни киритишнинг мақсади шундаки, баландлик ортганда ўлчанган «g» нинг қиймати камаяди. Бу редукцияни номи - **Фая** редукциясидир. У мусбат бўлиб ва қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$\Delta g_1 = +0,3086H, \text{ мгал}$$

бу ерда,  $H$  – кузатув нуқтасининг баландлиги (м) (12-расм). Бу тузатма билан ҳисобланган аномалия – Фая аномалияси дейилади.

### 2) Оралиқ қатлам учун тузатиш.

Бунда кузатув нуқтаси ва геоид орасидаги оралиқ қатламдаги массаларнинг тортишиш кучининг таъсири ҳисобга олинади ва у қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$\Delta g_2 = -0,0419\sigma_k \cdot H(\text{мгал}),$$

бу ерда  $\sigma_k$  – оралиқ қатламдаги тоғ жинсларининг ўртача зичлиги;

$H$  – оралиқ қатламнинг қалинлиги.

Тоғли районларда оралиқ қатламнинг ўртача зичлиги  $2,67 \text{ г/см}^3$  га тенг қилиб олинади, текислик районларда эса,  $2,3 \text{ г/см}^3$  деб қабул қилинади. Оралиқ қатлам массалари ўлчанган оғирлик кучи қийматини кўпайтиргани учун бу тузатиш манфий бўлади.

### 3) Шу иккита тузатишларнинг тўплами БУГЕ тузатмаси дейилади:

$$\Delta g_B = \Delta g_1 + \Delta g_2 = 0,3086H - 0,0419\sigma_k H.$$

Бундан ташқари, рельеф учун ҳам тузатиш киритилади ( $\Delta g_p$ ). Рельеф учун  $\Delta g_p$  ҳар доим мусбат бўлади, чунки нотекис ўлчанган «g» нинг қийматини камайтиради. Учта тузатишларнинг йиғиндиси «Буге» нинг тўлиқ редукцияси деб аталади.

$\Delta g_B = \Delta g_1 + \Delta g_2 + \Delta g_p$  унда ҳисобланган аномалия  $\Delta g_a = g_{\text{ўлч}} - \gamma_o + \Delta g_B$  - Буге аномалияси.

4) Денгиз ва океанлар суви остида ўтказиладиган кузатувлар учун Прей редукцияси ҳисобланади:

$\Delta g_{\text{Пр}} = (-0,3086 + 2 \cdot 0,0419\sigma_c) \cdot h(\text{мгал})$  бу ерда,  $\sigma_c$  – сувнинг зичлиги,  $h$  – кузатув нуқтасигача бўлган чуқурлик. Бу кузатиш билан ҳисобланган аномалия – Прей аномалияси деб аталади.

Амалда, гравиразведка дала ишлари натижасида ўрганилган Буге аномалиясини таҳлил қилишга асосланган.

### Тоғ жинсларининг зичлиги

Жисмнинг зичлиги бу массанинг ҳажмга нисбатига тенг;

$$\sigma = \frac{m}{V}.$$

Бу ерда  $m$  – жисмнинг массаси;  $V$  – жисмнинг ҳажми. Зичликни ўлчаш бирлиги СГС тизимида  $\text{г/см}^3$ , СИ тизимида  $\text{кг/м}^3$ . Тоғ жинсларининг зичлиги таркибига, ғоваклигига, намлигига ва ғовакликларни тўлдирувчининг зичлигига боғлиқ.

Жинсларни ташкил этувчи кўпгина минералларнинг зичлиги  $2,5 \text{ г/см}^3$  дан  $3,2 \text{ г/см}^3$  оралиғи тўғри келади ва улар ғоваклиги кичик бўлган жинслар зичлигининг қийматини аниқлайди.

Тоғ жинсининг зичлиги, суюқлик ва газсимон фазалар массаларининг умумий ҳажмига нисбати билан аниқланади. Ғоваклик – бу ғоваклар ҳажмини жинснинг умумий ҳажмига нисбати:

$$\Pi = \frac{V_{\text{гов}}}{V_{\text{ум}}}.$$

Ҳажмли, зичлик бу қаттиқ фазанинг массасини умумий ҳажмига нисбати:

$$\sigma_{\text{хаж}} = \frac{m_{\text{к.ф}}}{V_{\text{ум}}}.$$

Зичликни энг катта қийматлари магматик жинсларда бўлади. Уларнинг ғоваклиги кам (1-2%) бўлгани учун зичликларининг қиймати петрографик таркибига боғлиқ. Магматик жинсларнинг асослиги ортиши билан зичликнинг қиймати ортади. Масалан, зичликнинг ўртача қийматлари гранитларда –  $2.6 \text{ г/см}^3$ , диоритларда –  $2.8 \text{ г/см}^3$ , габброда –  $2.9 \text{ г/см}^3$ , ўта асослик жинсларда –  $3.0 \text{ г/см}^3$  атрофида бўлади.

Эффузив жинсларнинг зичлиги интрузив жинсларга ўхшаш ёки бироз паст бўлади. Чўкинди жинсларнинг зичлиги: таркибига, ғоваклигига ва намлигига боғлиқ, ҳамда магматик жинсларга нисбатан анча кичик бўлади. Чўкинди жинсларнинг ғоваклиги кенг ораликда ўзгариши сабабли зичлигининг қиймати ҳам шундай ўзгаради (кимёвий жинслардан ташқари, чунки уларнинг ғоваклиги паст – гипс, ангидрит, тош тузи).

Терриген жинсларнинг зичлиги ўрта ҳисобда  $2.2 \text{ г/см}^3$  тенг бўлиб, чуқурлик бўйича қонунли  $1.8$  дан  $2.6 \text{ г/см}^3$  гача ортади, чунки босим ошганда ғоваклик камаёди. Жинсларнинг ғоваклиги ва дарзлиги ортганда зичлик камаёди. Чўкинди жинслар доналарининг диаметри камайганда зичлиги ортади. Намлик ошганда зичлик ортади.

Метаморфик жинсларнинг зичлиги таркибига, метаморфизм турига ва даражасига боғлиқ. Ҳудудий динамометаморфизм ҳосил қилувчи чўкинди жинсларнинг зичлигини оширади. Метаморфик жинсларнинг зичлиги магматикларга нисбатан кичик, чўкиндиларга нисбатан юқори бўлади.

Гидротермал ва метасоматик жараёнлар одатда магматик ва метаморфик жинсларнинг зичлигини пасайтиради, лекин чўкинди жинсларнинг зичлигини орттиради. Ўта асосли жинсларнинг серпентинлаштириши зичликни  $2.5 - 2.6 \text{ г/см}^3$  гача пасайтиради. Металли фойдали қазилма маъданларида зичлик юқори ва таркибидаги сульфидлар ва оксидлар концентрациясига боғлиқ. Хромитлар ( $3.3 - 4.4 \text{ г/см}^3$ ), темир ( $3.7 - 4.3 \text{ г/см}^3$ ), колчедан ( $3.5 - 5.5 \text{ г/см}^3$ ) ва полиметалл ( $3.2 - 5.5 \text{ г/см}^3$ ) маъданлар юқори зичликка эга.

Колчедан ва полиметалл маъданларининг оксидланиши зичликни пасайтиради. Барит, корунд юқори зичликка эга ( $4.6 \text{ г/см}^3$  гача). Зичликнинг кичик қийматлари тузларда, кўмирларда кузатилади, (галит –  $2.15 \text{ г/см}^3$ , силвин –  $2.0 \text{ г/см}^3$ , тошкўмир –  $1.3 - 1.4 \text{ г/см}^3$ , антрацит –  $1.4 - 1.5 \text{ г/см}^3$ ) бўлади.

Зичлик кўпроқ гидростатик тортиш усули билан аниқланади. Бунда намуна ҳавода  $P_1$  ва сувда  $P_2$  тарозида оғирлиги тортилади ва қуйидаги формула бўйича зичлик аниқланади:

$$\sigma = \frac{P_1}{P_1 - P_2}.$$

### Чўкинди жинсларнинг зичлиги

2- жадвал

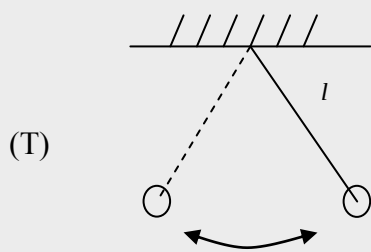
| Тоғ жинси           | Зичлик қиймати г/см <sup>3</sup> |                      | Ғоваклик % |
|---------------------|----------------------------------|----------------------|------------|
|                     | Қурук ҳолатда                    | Сувга тўйинган ҳолда |            |
| Лёсс, аллювий       | 0.75 – 2.00                      | 1.40 – 2.40          | 20 – 70    |
| Қум                 | 1.40 – 1.80                      | 1.85 – 2.15          | 30-65      |
| Вўла тош (галечник) | 1.36 – 2.05                      | 1.65 – 2.14          | 25 – 38    |
| Қумтош              | 1.8 – 2.8                        | 2.0 – 2.77           | 0 – 51     |
| Гил                 | 1.56 – 2.2                       | 1.59 – 2.47          | 10 - 60    |
| Оҳактош             | 1.6 – 3.0                        | 1.8 – 2.65           | 0 – 38     |
| Бўр                 | 1.53 – 2.22                      |                      |            |
| Тош тузи            | 2.1 – 2.2                        |                      |            |

### Оғирлик кучи майдони қийматининг ўлчовлари ва гравиразведканинг асбоблари

Оғирлик кучининг тўлиқ (абсолют) қийматини, оғирлик кучининг нисбий ўзгаришларини ва оғирлик кучи градиентларининг тўлиқ (абсолют) қийматларини ўлчашга турли гравиметрик асбоблар ишлатилади. Оғирлик кучининг тўлиқ (абсолют) қийматларини ўлчашда маятник ва эркин тушиш усуллари қўлланади. Абсолют ўлчовларни фақат сийрак пунктларда, асосан обсерваторияларда ўтказилади, чунки асбоблар катта ва оғир. Амалда гравиразведканинг дала ишларида бу асбоблар ишлатилмайди.

Амалда оғирлик кучининг нисбий ўлчовлари кенг тарқалган. Улар таянч нуқтадаги оғирлик кучининг қийматига нисбатан  $\Delta g$  орттирмаларини аниқлайди. Нисбий ўлчовлар биринчи бўлиб маятник асбоблар билан XIX асрдан буён ўтказилиб келинмоқда. Маятник асбоблар билан нисбий ўлчовлар асосан таянч гравиметрик тармоқни тузишга асосланган. Асос қилиб олинган дастлабки нуқтада оғирлик кучининг тўлиқ (абсолют) қийматини билиб ва таянч тармоқдаги нуқталарда  $\Delta g$  орттирмаларни шу қийматга нисбатан аниқлаб таянч тармоқнинг нуқталарида тўлиқ (абсолют) «g» қийматлари топилади.

### Оғирлик кучи майдонини маятник усули билан ўлчаш



Расм 13

Бу усулда маятник ишлатилади ва маятникнинг тебраниш даврини (T) ўлчашга асосланган. Маятникнинг тебраниш даврини қуйидаги формула билан ифодалаш мумкин.

$$T \approx \pi \sqrt{\frac{l}{g}}.$$

Бу ерда  $l$  – маятникнинг узунлиги. (Расм 13)

(l) Абсолют (тўлиқ) ўлчовларда маятник даври (T) ва узунлиги катта аниқлик билан ўлчаниб, оғирлик кучининг тўлиқ (g) қиймати ҳисобланади. Тебраниш даврини (T)  $10^{-7}$  секунд, маятник узунлигини (l) эса 0.001мм гача аниқлик билан ўлчаш зарур.

Маятник ёрдамида оғирлик кучининг нисбий ўлчовлари оддий ўтказилади. Бунда, маятникнинг тебраниш даври асос қилиб олинган (таянч) нуктада  $T_o = \pi \sqrt{\frac{l}{g_o}}$  ва қолган

профиллардаги ҳамма оддий кузатув нукталарда  $T_i = \pi \sqrt{\frac{l}{g_i}}$  ўлчанади.

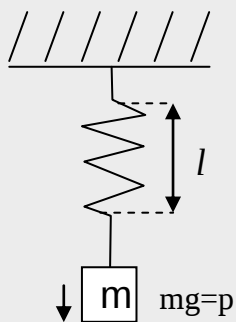
Агар, таянч нуктада абсолют (тўлиқ) қиймати ( $g_o$ ) аниқ бўлса, унда ҳамма ўлчов нукталарида оғирлик кучининг қиймати куйидаги формула орқали ҳисобланади.

$$g_i = g_o \cdot (T_o / T_i)^2$$

Нисбий ўлчовларда маятникнинг узунлигини ўлчаш керак эмас. Маятник асбоблар оғирлик кучининг орттирмаларини Ер юзасида 0.1 мгал ва денгизда 2–5 мгал ҳато билан ўлчаш мумкин. Амалда гравиметрик дала нисбий ўлчовлари гравиметрлар ёрдамида ўтказилади.

### Оғирлик кучи майдонини гравиметрлар билан ўлчаш усули.

Гравиметрлар оғирлик кучининг нисбий ўлчовлари учун ишлатилади ва асосий дала асбоблари ҳисобланади. Статик гравиметрлар юқори аниқли пружинали тарозилардир. Уларда массаси доимий бўлган кичик юк тортилади. Унинг оғирлиги оғирлик кучининг қийматига боғлиқ бўлади. Оғирлик кучи қийматининг ўзгариши кичик юк билан маҳкамланган эластик пружинанинг (кварцли) деформациялаш миқдори билан аниқланади. Асбобни сезгирлик элементи оғирлик кучи ўзгаришида горизонтдан четга чиқадиган горизонтал маятникдан иборат. Нисбий ўлчовлар усулида гравитацион майдонда кичик юк ҳосил қилаётган тортишиш  $P = mg$  кучи қўшимча пружина таранг кучи билан компенсация қилинади (маятник ўз ҳолатига келтирилади). Гравиметрнинг кўрсатишини микрометрик қурилмадан олинади.



Расм 14

Гравиметрнинг ишлаш принципини караб чиқамиз. Эластик пружинага кичик ( $m$ ) масса маҳкамланган бўлсин. Гравитацион майдонда кичик масса ҳосил қилаётган  $P = mg$  тортиш кучи таъсирида пружина чўзилади (14-расм). Бу пружинанинг деформацияси (чўзилиши) «Р» кучга пропорционалдир. Деформация  $\tau l = mg$  га тенг бўлганда мувозанатга эришилади. Бу ерда  $l$  – пружинанинг узунлиги,  $\tau$  – эластиклик коэффициент.

Пружина узунлигининг абсолют қийматини ўлчаб бўлмайди, шунинг учун нисбий ўлчовлар ўтказилади. Ўлчовларни таянч ( $g_o$ ) ва бошқа оддий нукталарда ( $g_i$ ) ўтказилади. Нисбий ўлчовларда  $\Delta g = g_i - g_o$  орттирмалар ҳисобланади.

Таянч нуктадаги мувозанат шароити  $mg_o = \tau \cdot l_o$ , оддий нуктада мувозанат шароити  $mg_i = \tau \cdot l_i$  билан ифодаланади. Оғирлик кучининг орттирмаси (таянч нуктага нисбатан оддий нукталардаги  $g$  нинг фарқи)

$$\Delta g = g_i - g_o = \frac{\tau \cdot l_i}{m} - \frac{\tau \cdot l_o}{m} = \frac{\tau}{m} \cdot \Delta l \text{ билан аниқланади. Бу ерда } \Delta l \text{ - пружинанинг чўзилиш}$$

ўзгариши.

Гравиметрларда, одатда кварцдан ишланган горизонтал маятниклар қўлланилади. Горизонтал маятник бу кварцли рамкага маҳкамланган кварцли ипдан иборат. Ипга кичик масса ( $m$ ) маҳкамланади. Оғирлик кучи майдонида  $mg$  кучи таъсирида кварцли ип бурилади. Горизонтал маятникнинг кварцли ипи билан боғланган қўшимча кварцли ип (пружина) ёрдамида горизонтал ҳолатига келтирилади ( $mg=P$  кучи кварцли ипнинг таранглик кучи билан компенсация қилинади). Гравитацион майдоннинг қийматига пропорционал бўлган маятник ипининг бурилиш бурчаги гравиметрнинг микрометрик қурилмада «п» санок сифатида олинади.

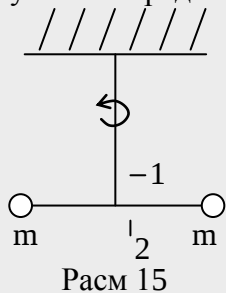
Агар,  $p_0$  – таянч,  $p_i$  – оддий нукталардаги санок қийматлари бўлганда, унда оддий нукталардаги таянч нуктага нисбатан олинган оғирлик кучининг орттирмаси  $\Delta g = C(n_i - p_0)$  га тенг бўлади. Бу ерда  $C$  – гравиметр шкаласининг бўлимлар баҳоси (санокларни миллигалларга ўтказиш учун келтирилади). Гравиметр кўрсатмасига атмосферанинг босими таъсир этмаслиги учун сезгирли тизим ҳарорат тўсuvчи идишга (Дьюар идишга) жойлаштирилади. Кузатув нукталаридаги сатҳлар ёрдамида гравиметр горизонтал ҳолатда ўрнатилади. Ҳамма гравиметрларда вақт давомида нол – пункти силжийди.

Дала гравиметрларининг тури кўп (ГАК – 7Т, ГРК – 1, ГРК – 1, ГНУ – К1, ГНУ – К2, Дельта). Уларда 0.02 – 0.05 мгал хатолик билан ўлчовларни олиб бориш мумкин. Гравиметрларни массаси 5 кг га яқин.

### **Оғирлик кучи градиентларини ўлчаш асбоблари.**

Оғирлик кучининг горизонтал градиентлари тўлиқ қийматларини ўлчашга вариометр ва градиентометрлар ишлатилади. Бу асбоблар Кулон бурама тарозиси асосида қурилган. Бундай тарозиларнинг оддийлари сезгир тизими ингичка металл ипга осилтирилган учларида «т» массалари тенг бўлган юклар маҳкамланган горизонтал шайиндан (2) иборат (15-расм).

Горизонтал градиентлари нольга тенг бўлмаган гравитацион майдонида бир жинсли бўлмаган муҳит устида иккита массаларга ҳар хил тортишиш кучи таъсир этади. Шу сабабли шайиннинг айланиши натижасида металл ип бурилади. Айланиш бурчаги бўйича оғирлик кучининг градиентига пропорционал бўлади.



Оғирлик кучи градиентларини ўлчаш учун сезгир тизим ҳар хил (3-5 та) азимутлар бўйича ўрнатилади. Вариометрларда ўлчовлар фотографик ва визуал кузатувлар усуллари билан қайд этилади. Вариометрларнинг юқори аниқлик ўлчовлар ( $2 \cdot 10^{-9} \text{с}^{-2}$ ) олиб бориш имкони бор, лекин массаси жуда катта (40-60 кг), у катта аниқлик билан горизонтал ҳолатда жойлашиши шарт, ўлчовларга эса, кўп вақт сарфланади (45 дақиқадан ортиқ).

Градиентометр асбоби вариометрга нисбатан оддийроқ тузилган, шунинг учун массаси кичикроқ ва ўлчовларга кам вақт сарфланади, у аниқлиги пастроқ бўлган ўлчовларда қўлланади. Вариометр ва градиентометрлар йирик масштабда ишларда ва гравитацион аномалияларни қўзғатувчи объектлари кичик чуқурликда (100-200 м гача) бўлганда ишлатилади.

### **Гравиметрик хариталаш услуби**

Потсдам геодезия институтининг маятник залидаги пункти дунё таянч нуктаси қилиб белгиланган ва ҳамма гравиметрик хариталашлар у билан боғланади. Ҳар бир давлатда битта ёки бир неча бош таянч пунктлар бўлиб, улар шу давлатдаги ҳамма гравиметрик хариталашларга асос бўлиб хизмат қилади ва давлатдаги I ва II – даражадаги пунктлари тармоқлари билан боғланган бўлади. Гравиметрик хариталаш ўтказиладиган майдонларда III – даражали аниқликдаги таянч пунктлар тармоғи жойлаштирилади, улар ўз навбатида I ва II – даражали аниқликдаги давлат таянч пунктлар тармоқлари билан боғланади. Гравиметрик дала хариталаш асосан 1: 1000000 дан 1:5000 гача бўлган масштабларда бажарилади. Бунда профил ёки профиллар тизими (майдон) бўйича ишлар олиб борилади.

Кузатув нуктасидаги муҳит ҳароратининг ўзгариши ва асбоб (гравиметр) ноль-пунктларининг силжиши ўлчов натижаларига таъсир этади. Гравиметр ўлчов тизимларининг ҳарорати  $1^\circ\text{C}$  га ўзгарганда, улар баъзи бир маъданлар аномалиясига тенг аномалиялар ҳосил қилиши мумкин. Шунинг учун ҳамма ўлчовлар ҳаво ҳарорати жуда секин ўзгараётган вақтларда амалга оширилади. Асбобнинг ноль-пункти деб – унинг маълум бир таянч нуктаси учун олинган доимий қийматига айтилади. Асбобнинг ноль-пункти силжишини ҳисобга олиш учун кузатувлар ўтказиладиган катта майдонда таянч тармоғи ташкил қилинади.

Таянч нукталарида оғирлик кучи юқори аниқликда ўлчанади, бу аниқлик оддий нукталарга нисбатан 1,5 – 2 марта юқори бўлиши шарт. Бу аниқлик бир неча юқори аниқли

гравиметрлар қўлланилиши билан қисқа вақт давомида такрорий кузатувлар билан ечилади. Ҳар бир таянч нуктада энг камида тўрт марта ўлчовлар олинади ва улардан ўртача қиймати ҳисобланади.

Дала ўлчовлари ҳар куни дастлаб таянч тармоғи нуктасидан бошланади. Кейин 1 – 2 соат давомида профиллар бўйлаб оддий нукталарда ўлчовлар олинади. Бундан кейин яқин жойлашган тармоқдаги таянч нуктасида, яна профиллардаги оддий нукталарда ўлчовлар олиб борилади.

Гравиметрик хариталашни ўтказишда кузатилган нукталарни географик координаталарини ва денгиз сатҳига нисбатан баландлигини билиш лозим. Бу маълумотлар маҳсус топогеодезик ишлар натижасида олинади. Хариталаш пайтида оддий нукталар сонидан 5 – 10% назорат нукталари ҳисобланиб, уларда такрорий кузатувлар ўтказилади ва оддий кузатувларнинг аниқлиги ўрта квадратик хатодан аниқланади:

$$\varepsilon = \pm \sqrt{\frac{\sum \delta^2}{N - n}}.$$

Бу ерда,  $\delta$  – ўлчанган дастлабки ва назорат кузатув қийматлар фарқи;  $N$ -умумий кузатувлар сони (дастлабки ва назорат кузатувлар);  $n$ - назорат ўлчов нукталар сони.

Кузатув профиллари геологик объектлар йўналишига перпендикуляр ҳолда ўтказилади. Гравиметрлар билан дала хариталаш натижасида оддий ва таянч ўлчов нукталари орасидаги оғирлик кучининг фарқи  $\Delta g$  ҳисобланади. Таянч нукталарида маълум бўлган оғирлик кучининг тўлиқ қийматларидан фойдаланиб, ҳар бир оддий ўлчов нуктаси учун оғирлик кучининг тўлиқ қиймати ва Буге аномалияси ҳисобланади.

$$\Delta g_{ai} = C(n_1 - n_0) + \Delta g_{t_0} + \Delta g_{0-нукт} + g_0 - \gamma_0 + \Delta g_B + \Delta g_p \text{ бу ерда,}$$

бу ерда,  $n_1, n_0$  - оддий ва таянч нукталардаги саноклар,

$\Delta g_{t_0}$  - харорат учун тузатма,

$\Delta g_{0-нукт}$  - ноль-пунктининг силжиши учун тузатма,

$g_0$  - таянч нуктадаги оғирлик кучининг тўлиқ қиймати,

$\gamma_0$  - оғирлик кучининг нормал қиймати,

$\Delta g_B$  - Буге редукцияси,

$\Delta g_p$  - топографик тузатма.

Хариталаш натижасида профиллар бўйича  $\Delta g_a$  графиги, майдон бўйича изоаномал харитаси тузилади. **Изоаномал** – оғирлик кучи қийматлари тенг бўлган нукталарни бирлаштирувчи чизиқ.

### **Гравитацион аномалияларни талқин қилиш**

Тоғ жинслари ва маъданларининг зичликлари горизонтал йўналиши бўйича ўзгарса ҳамда геологик тузилмалар ва маъданларнинг зичлик чегаралари горизонтал бўлмаса, гравитацион аномалиялар ҳосил бўлади. Кузатилган гравитацион аномалиялар Ернинг геологик тузилишини тасвирлайди. Гравиразведка ишларини ўтказиш ва аномалияни тўғри талқин қилиш учун аввало тоғ жинслари ва маъданларининг зичлигини ўрганиш ва таҳлил қилиш ҳамда уларни геологик кесимда ўзгаришини ўрганиш зарур. Ундан ташқари, аномалияларни кўзғатувчи жинсларнинг тахминан бўлса ҳам шаклини, ўлчамларини ва ётиш чуқурлигини баҳолаш керак. Талқин қилиш сифатли ва миқдорли турларга бўлинади.

**Сифатли** талқин қилишда кузатилган аномалиянинг кескинлиги, шакли, йўналиши, табиати аниқланади, ҳудудий ва маҳаллий аномалияларга ажратилади, кўзғатувчи жисмнинг шакли, ётиш чуқурлиги, хусусиятлари тахминан баҳоланади.

**Миқдорли** талқин қилишда аномалияни кўзғатувчи жисмларнинг ётиш чуқурлиги, ўлчамлари, хусусиятлари математик формулалар, маҳсус палеткалар ёрдамида ёки кузатилган

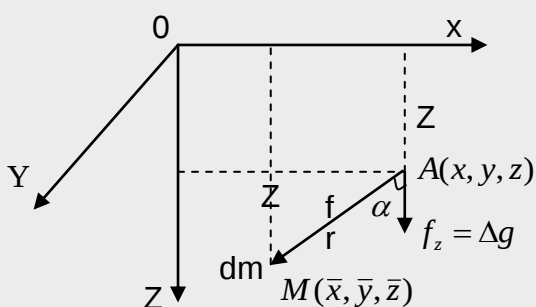
аномалия ва танлаб олинган физик-геологик моделга ҳисобланган назарий аномалияни солиштириш усули билан аниқланади. Оғирлик кучи аномалиясини миқдорли талқин қилиш гравиразведканинг тўғри ва тескари масалаларини ечиш асосида ўтказилади. Тўғри масалада – шакли, ўлчамлари, ётиш чуқурлиги, зичлиги аниқ бўлган жисмларга назарий оғирлик кучи аномалияси ( $\Delta g, W_{xz}$ ) ҳисобланади. Тўғри масала аниқ ечимга эга.

Тескари масалада далада ўлчанган оғирлик кучи аномалияси ( $\Delta g, ёки W_{xz}$ ) бўйича аномалия ҳосил қилувчи жисмнинг ётиш чуқурлиги, ўлчамлари, зичлиги аниқланади. Тескари масала кўп ечимга эга.

Кузатилган гравитацион аномалияни миқдорли талқин қилишда аномалия қўзғатувчи объектни шакллари оддий бўлган геометрик жисмлар тўплами билан аппроксимация (алмаштириш) қилинади ва уларнинг ҳар биттаси ҳосил қилган аномалияларнинг тўплами кузатилган аномалияга тенг деб ҳисобланади. Гравиразведка назариясида шакллари оддий геометрик жисмлар учун тўғри ва тескари масалаларни ечиш усуллари қараб чиқилган.

### Аналитик усул билан тўғри ва тескари масалаларни ечиш

Шакли, ўлчамлари, ётиш чуқурлиги ва зичлиги аниқ бўлган жинснинг ҳосил қилган оғирлик кучи аномалиясини бутун олам тортишиш кучи қонунига асосан ҳисоблаш мумкин. XYZ координаталар тизимида Z ўқи Ер марказига йўналтирилган бўлсин.  $M(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})$  нуқтада 1 г га тенг бўлган  $dm$  элементар нуқтали масса жойлашган. Кузатув A (x,y,z) нуқтада элементар масса  $dm$  ҳосил қилган оғирлик кучи  $\Delta g$  аномалиясини аниқлаш керак (16-расм).



Расм 16

Қонун бўйича  $dm$  массанинг тортишиш кучи  $f = K \frac{dm}{r^2}$  га тенг. (Бу ерда,  $r$  – A ва M нуқталар орасидаги масофа,  $K$  – гравитацион доимий). Оғирлик кучи  $\Delta g$  тортишиш  $f$  кучининг Z ўқи проекциясига тенг, яъни

$$\Delta g = f \cdot \cos \alpha = k \frac{dm}{r^2} \cdot \cos \alpha = k \frac{dm}{r^2} \cdot \frac{\bar{z} - z}{r} = k \frac{dm(\bar{z} - z)}{r^3}.$$

Бу

ерда

$$r = \sqrt{(\bar{x} - x)^2 + (\bar{y} - y)^2 + (\bar{z} - z)^2}; \cos \alpha = \frac{\bar{z} - z}{r}.$$

Шу ифодани гравитацион потенциал орқали ҳам чиқариш мумкин. Кузатув A нуқтасида элементар нуқтали  $dm$  масса яратган гравитацион потенциали

$$W = k \frac{dm}{r} \quad \text{га тенг.}$$

Оғирлик кучи  $\Delta g$  вертикал ўқи Z бўйича гравитацион потенциалнинг шахсий ҳосиласига тенг, яъни

$$\Delta g = \frac{\partial w}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} \left( k \frac{dm}{[(\bar{x} - x)^2 + (\bar{y} - y)^2 + (\bar{z} - z)^2]^{1/2}} \right) = k \frac{dm(\bar{z} - z)}{[(\bar{x} - x)^2 + (\bar{y} - y)^2 + (\bar{z} - z)^2]^{3/2}} = k \frac{dm(\bar{z} - z)}{r^3}.$$

Табиий шароитда аномалия ҳосил қилувчи жисмлар атрофдаги сиғдирувчи муҳитда жойлашади. Сиғдирувчи муҳитнинг зичлигини  $\sigma_0$  билан белгиланади. Унда « $dm$ » нинг – ортик массаси

$$dm = (\sigma - \sigma_0) \cdot dv \quad \text{га тенг деб тушунилади. Бу ерда } \sigma - \text{ } dm \text{ массанинг зичлиги, } dv - \text{ унинг}$$

ҳажми.

Ундан  $\Delta g = k(\sigma - \sigma_0) \frac{dv}{r^3} \cdot (\bar{z} - z)$  аниқланади.

Агар, аномалия ҳосил қилувчи жинсининг зичлиги атрофидаги сиғдирувчи муҳитнинг зичлигидан катта бўлса ( $\sigma > \sigma_0$ ), унда оғирлик кучи аномалияси мусбат қийматларга эга бўлади. Агар,  $\sigma < \sigma_0$  бўлса, унда  $\Delta g$  аномалия манфий қийматларга эга бўлади.

Ихтиёрий жисмдан ҳосил бўлган аномалия жисмнинг ҳажмини ( $V$ ) бўйича интегралдан аниқлаш мумкин

$$\Delta g = k(\sigma - \sigma_0) \int_V \frac{(\bar{z} - z) dv}{r^3}, \text{ яъни жисмни ташкил этган ҳамма элементар ҳажмлар ҳосил}$$

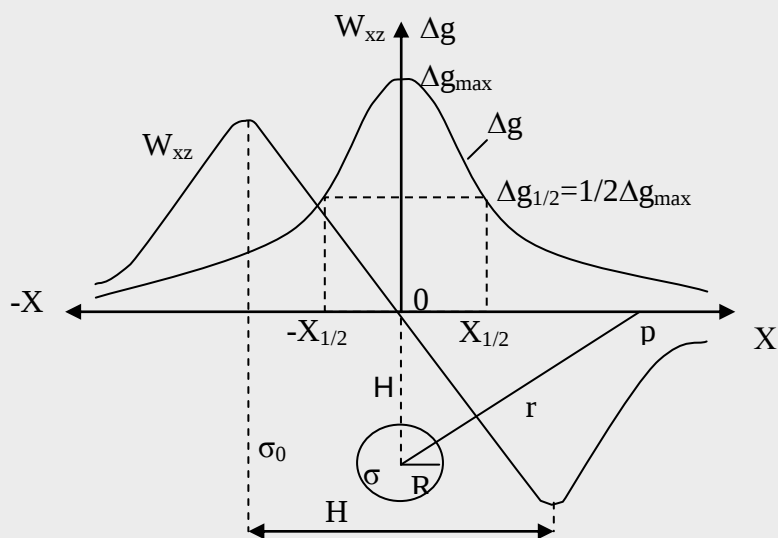
қилган оғирлик кучларининг тўпламига тенг (агар,  $V$  ҳажми оралиғида зичлик  $\sigma$  доимий бўлса, унда ортикча зичлик интеграл белгисидан чиқарилади).

### Шар ўстидаги гравитацион майдон

Тўғри масала. Шар билан ҳамма изометрик шаклдаги жисмларни (штоксимон, уясимон маъданлари, туз гумбазлари, карстлар) аппроксимация қилиш мумкин. Шарнинг радиуси  $R$ , зичлиги  $\sigma_1$ , сиғдирувчи муҳитни зичлиги  $\sigma_0$ , марказининг ётиш чуқурлиги  $H$  бўлсин. Координаталар бошланишини шар маркази ўстида жойлаштирамиз. Шарнинг ҳамма ортикча

массаси  $M = \frac{4}{3} \pi (\sigma_1 - \sigma_0) R^3$  марказида жойлашган деб фараз қиламиз. Унда шарнинг

тортишиш кучи шар массасига тенг бўлган материал нуктанинг тортишиш кучига тенг бўлади. Шар марказининг координатларини  $(0,0,H)$  билан белгилаймиз.  $X$  ўқида жойлашган ихтиёрий кузатув  $P$  нуктада оғирлик кучи  $\Delta g$  ва  $W_{xz}$  аномалиясини аниқлаш керак. Бунда нуктали масса учун чиқарилган формулани ишлатамиз:



Расм 17

$$\Delta g = k \frac{MH}{r^3} = k \frac{MH}{(x^2 + H^2)^{3/2}} = k(\sigma_1 - \sigma_0) \cdot V \frac{H}{(x^2 + H^2)^{3/2}},$$

бу ерда,  $r = \sqrt{x^2 + H^2}$  - шар марказидан Р кузатув нуктасигача масофа,  $V = \frac{4}{3}\pi R^3$  -

шарнинг ҳажми бўлади.

Гравитацион потенциалнинг иккинчи тартибли Х ўқи бўйича ҳосиласи, яъни оғирлик кучининг горизонтал градиенти ( $W_{xz}$ ) қуйидаги формуладан аниқланади

$$W_{xz} = \frac{\partial g}{\partial x} = -3kMXH/(x^2 + H^2)^{5/2}.$$

Агар,  $X=0$  да  $\Delta g$  максимумга эга бўлса,  $\Delta g_{\max} = k \frac{M}{H^2}$ ,  $W_{xz} = 0$  га тенг бўлади (расм 17).

Агар,  $X \rightarrow \pm\infty$  (шардан узоқлашганда)  $\Delta g$  ва  $W_{xz}$  қийматлари нолга интилади. Чап томондан шарга яқинлашганда  $W_{xz}$  максимуми кузатилади, шарни ўтганда  $W_{xz}$  минимуми кузатилади. Агар  $X = X_{1/2} = 0,76H$  да  $\Delta g_{1/2} = \frac{1}{2}\Delta g_{\max}$  тенг бўлади.

$\frac{\partial g}{\partial x} = 0$  шароитидан  $X_{\max.\min} = \pm H/2$ , яъни оғирлик кучи горизонтал градиентининг экстримумлари кузатилади.

Тескари масала. Харитада  $\Delta g$  аномалиянинг маркази шар устида жойлашган концентрик (доира) шаклда кузатилади. Аномалия марказидан регионал фониғача профил ўтказиб график  $\Delta g$  тузилади. Аномалиянинг  $\Delta g_{1/2} = \frac{1}{2}\Delta g_{\max}$  бўлган қиймати учун  $X_{1/2}$  масофа белгиланади ва  $H = 1,3X_{1/2}$  - шар марказининг ётиш чуқурлиги топилади.

$\Delta g_{\max}$  формуласидан ортиқ масса  $M = \frac{H^2 \cdot \Delta g_{\max}}{K}$  ҳисобланади. Кейин

$M = (\sigma_1 - \sigma_0) \cdot V = \Delta\sigma \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$  формуладан шарнинг радиуси  $R = \sqrt[3]{\frac{3M}{4\pi\Delta\sigma}}$  ҳисобланади. Шарнинг

юқори қисмининг ётиш чуқурлиги  $Z = H - R$  дан аниқланади.

### **Чексиз йўналган горизонтал цилиндр ўстидаги гравитацион майдон**

Тўғри масала. Чексиз йўналган, радиуси R га тенг бўлган, цилиндрнинг ўқи H чуқурликда ётган, чизикли ортиқча зичлиги  $M = \pi R^2(\sigma_1 - \sigma_0)$  (бу ерда,  $\sigma_1$  цилиндр зичлиги,  $\sigma_0$ - атрофдаги жинслар зичлиги) га тенг бўлсин. Цилиндрнинг тортишиш кучи цилиндр ўқи бўйлаб жойлашган чизикли бирлиги dm массалар тортишиш кучларининг йиғиндисига тенг бўлади.

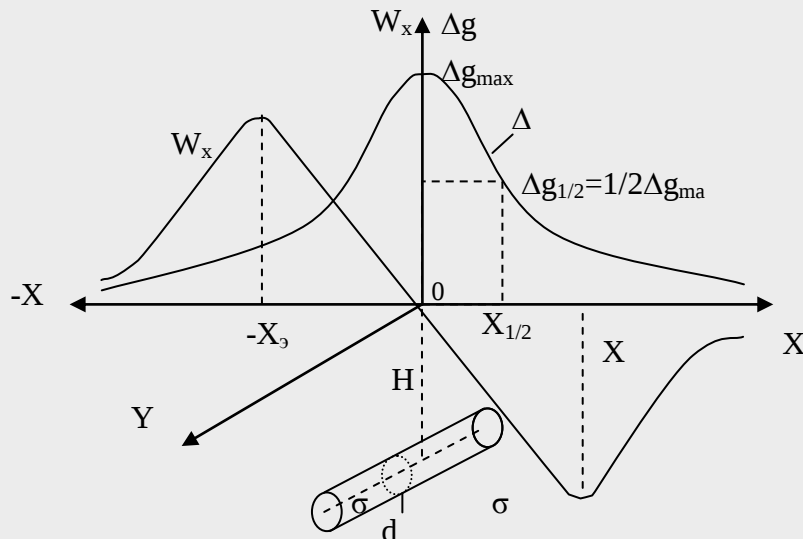


Рис. 18а

( $dm = \pi R^2 (\sigma_1 - \sigma_0) dy$  - (чизикли) узунлик бирлиги массаси), яъни  $\Delta g_y = \int_{-\infty}^{+\infty} k \frac{dmH}{r^3}$  га

тенг.

Кузатувлар цилиндр ётиш йўналишига кўндаланг ўтган X ўқи бўйича ўтказилади.

$$\Delta g = k(\sigma_1 - \sigma_0) \pi R^2 H \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dy}{(x^2 + H^2)^{3/2}} = 2k \frac{MH}{x^2 + H^2}.$$

Агар,  $x=0$  бўлса,  $\Delta g$  максимумга эга,  $\Delta g_{\max} = \frac{2kM}{H}$ ;  $\pm X_{1/2} = H$  га тенг бўлса,

$\Delta g_{1/2} = 1/2 \Delta g_{\max}$  га тенг бўлади.

Агар,  $x = \pm \infty$  бўлса  $\Delta g$  қийматлари 0 га интилади ( $\Delta g \rightarrow 0$ ).

Харитада  $\Delta g$  г.ц. изоаномаллари цилиндр ўқиға параллел чизиклар тизимлари бўлади (чўзиқ аномалия кузатилади).

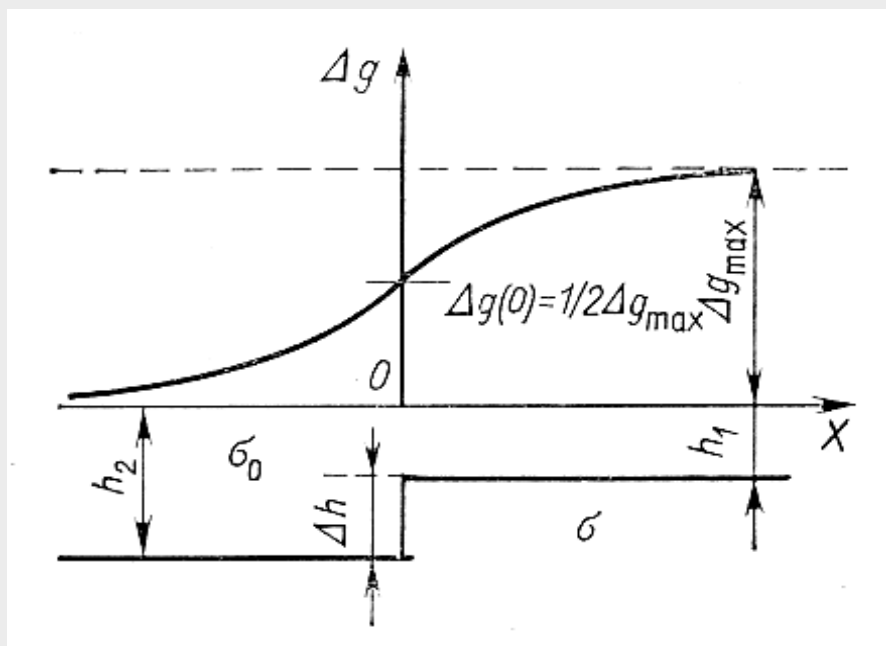
$$W_{xz} = \frac{\partial g}{\partial x} = -4kM \frac{Hx}{(x^2 + H^2)^2} - \text{оғирлик кучининг горизонтал градиенти.}$$

Агар,  $X=0$  бўлса  $W_{xz} = 0$  га тенг бўлади.  $X \rightarrow \pm \infty$  да  $W_{xz} \rightarrow 0$ .  $X_0 = \pm H / \sqrt{3}$  да  $W_{xz}$  экстримум қийматларга эга (18а расм).

Тескари масала. Харитадаги чўзиқ аномалияға перпендикуляр ўтказилган профил бўйлаб  $\Delta g$  графиги тузилади. Графикдаги  $\Delta g_{\max}$  қийматидан  $\Delta g_{1/2} = \frac{1}{2} \Delta g_{\max}$  қийматигача  $X_{1/2}$  масофа аниқланади ва  $H = |x_{1/2}|$  формуладан цилиндрнинг ўқи ётиш чуқурлиги ҳисобланади. Кейин  $\Delta g_{\max}$  формуласидан  $M = \frac{\Delta g_{\max} \cdot H}{2k}$  ортиқча чизикли зичлик ҳисобланади. Агар  $\Delta \sigma$  аниқ бўлса,  $S = \pi R^2$  - кўндаланг кесимини топамиз  $S = \pi R^2 = M / \Delta \sigma$ . Шар радиуси  $R = \sqrt{S/\pi}$  формуладан топилади.

Цилиндрнинг юқори қисмининг ётиш чуқурлиги  $Z = H - R$  формуладан аниқланади.

### Поғона устидаги гравитацион майдон



Расм 18 б.

Поғонада  $\Delta h$  қалинлик  $h_1$  ётиш чуқурлигига яқин бўлади ( $\Delta h = h_1 - h_2$ )

$\Delta g(+\infty) = \Delta g_{\max} = 2k\pi \cdot \Delta\sigma \cdot \Delta h$  -  $x \rightarrow +\infty$  масофа учун.

$\Delta g(-\infty) = 0$  -  $x \rightarrow -\infty$  масофа учун.

Агар,  $X=0$  бўлса  $\Delta g$  қиймати  $\Delta g_{\max}$  нинг қийматининг ярмига тенг бўлади, яъни

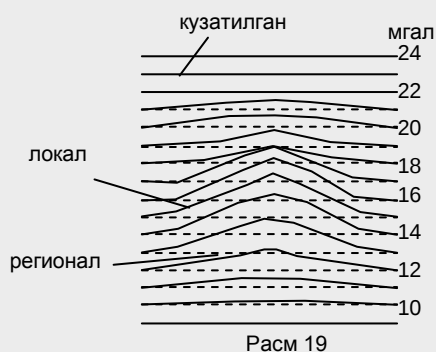
$\Delta g(0) = \Delta g_{1/2} = k\pi \cdot \Delta\sigma \cdot \Delta h$ ; агар,  $X_{1/4}$  да  $\Delta g = \frac{\Delta g_{\max}}{4}$  га тенг бўлади.

Агар,  $\Delta\sigma$  аниқ бўлса  $\Delta h$  қалинликни қуйидаги ифодадан аниқласа бўлади:

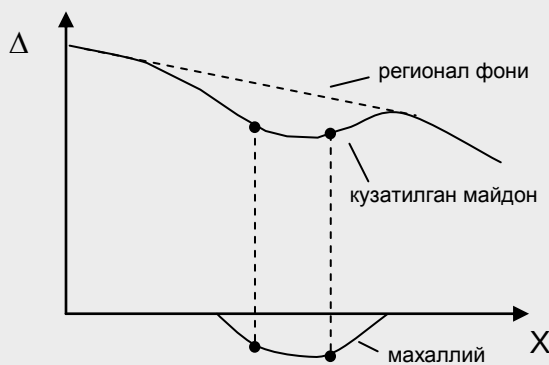
$\Delta h = \Delta g_{\max} / 2\pi k \Delta\sigma$ .

### Гравитацион аномалияларни ажратиш (трансформациялаш).

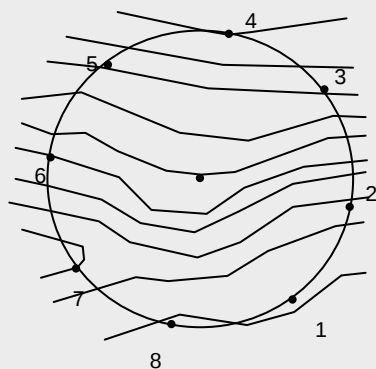
Кузатилган майдон гравитацион йиғинди майдони ҳисобланади. Гравитацион майдоннинг ҳудудий (регионал) фони (аномалияси) таъсирида ва қўшни тузилмалардан ҳосил бўлган аномалиялар устма-уст тушиши натижасида, бизни қизиқтирадиган маҳаллий геологик тузилмадан ҳосил бўлган аномалия кузатилган майдон харитасида кўпинча кўринмайди. Гравитацион майдон аномалиялари йиғиндисидида (умумий майдонда) қизиқтирадиган геологик тузилмани аномалиясини топиш (ажратиш) учун, унинг кескинлиги бошқа жинслар аномалиялари кескинлигидан юқори бўлиши керак. Ўрганилаётган геологик тузилма аномалиясини кучайтириш мақсадида кузатилган оғирлик кучи майдон аномалияларни устида



Расм 19



Расм 20



Расм 21

ҳар хил ўзгартиришлар(трансформациялаш) ўтказилади. Бу ўзгартиришлар учта асосий синфга бўлинади:

- кузатилган майдонни ўрталаштириш (ўртача қийматини ҳисоблаш);
- кузатилган майдонни янги даражаларда (сатҳлар) аналитик давом этиш;
- кузатилган майдоннинг оғирлик кучни потенциалнинг юқори тартибли ҳосилалар майдонига қайта ҳисоблаш.

Кузатилган майдонни ўрталаштириш: А) агар кузатилган аномалия харитаси маҳаллий мураккабланишлардан қайсидир масофада изоаномал контурлари тўғри бўлиб чиқса, унда изоаномал силлиқ участкалар оралиғида тўғри чизиклар билан оддий интерполяция қилиш натижасида, регионал фонининг харитасини тузиш имконияти тўғилади (Расм -19).

Кузатилган аномалиядан регионал фонни айирсак, қолдиқ аномалия (локал, маҳаллий) аниқланади. Профиллар бўйича аномалияларнинг графикларидан яхшироқ натижалар олиш мумкин (Расм-20).

Б) Агар майдон мураккаброқ бўлса, унда аномалиялар майдон бўйича ўрталаштирилади (Расм-21). Бу усулда ўрталаштириш айлана бўйича ўтказилади. R радиусли айланада бир хил масофада жойлашган энг камида 8 та нуқта олинад ва

уларнинг ўрта қиймати айлананинг марказига тегишли деб ҳисобланади.

$$\Delta g_{\text{ўрта}} = \frac{\Delta g_1 + \Delta g_2 + \dots + \Delta g_8}{8}.$$

Кузатилган майдондан ( $\Delta g_B$ ) ўрта қийматини айирсак, айлананинг марказидаги қолдиқ аномалия қиймати  $\Delta g_{\text{кол}} = \Delta g_{\text{лок}} = \Delta g_B - \Delta g_{\text{ўрта}}$  аниқланади. Харитада бир неча R радиусли айланалар бўйича  $\Delta g$  нинг ўрта қийматларини аниқлаб олсак аномалия харитасини тузиш мумкин.

Бу усулда майдонни ўрталаштириш радиусини тўғри танлаш оғир: радиус катта бўлиши керак, шунда маҳаллий аномалиялар таъсири бўлмайди, лекин жуда катта бўлмаслиги керак, чунки унда бир-биридан яқин горизонтал масофада жойлашган манбалардан ҳосил бўлган аномалия ўрталашиб кетади. Ҳар хил чуқурликда ётган массалардан ҳосил бўлган аномалияларни ажратишни частотали саралаш деб ҳисоблаш мумкин. Паст частотали саралашда ҳудудий аномалия кучайтирилади, юқори частотали саралашда эса маҳаллий аномалиялар кучайтирилади, яъни кичик чуқурликда ётган объектлардан ҳосил бўлган аномалиялар ажралади.

### **Гравитацион аномалияларга геологик маъно бериш.**

Гравитацион аномалияларга геологик маъно бериш геологик тузилиш тўғрисида ҳамма маълумотларни гравитацион майдон билан маҳкам боғлаб, натижаларни сифатли ва миқдорли геофизикавий талқин қилиш асосида ўтказилади. Ҳар битта районда натижаларга геологик маъно бериш йўли, гравитацион майдон геологик тузилиши билан қонунли боғланишларни



чизиғи **Мох** чегараси рельефининг шаклини қайтаради (расм 22).

Платформаларда чўкиндиларнинг қалинлиги катта бўлганда (2-3 км дан кўп)  $\Delta g$  чизик кристаллик пойдеворнинг юзасини таърифлайди: бунда  $\Delta g$  максимумларига пойдеворнинг кўтарилишини,  $\Delta g$  минимумларига пойдеворнинг эгилишини кўрсатади. Пойдеворнинг ётиш чуқурлиги кичик бўлган (2 км гача) участкаларда  $\Delta g$  чизиғи пойдеворнинг таркибини ва юзасининг тузилишини таърифлайди. Худудий тушилма-узилмалар, поғоналар ҳам гравиразведкада яхши хариталанади, бу ерда  $\Delta g$  чизиғида зинасимон аномалиялар ҳосил бўлади, харитада эса, улар устида чўзиқ аномалиялар кузатилади.

### **Гравиразведканинг қўлланилиши.**

Гравиразведка Ер пўстининг чуқурдаги геологик тузилишини ўрганишда, тектоник районлаштиришда, геологик хариталашда, нефть ва газга истикболли тузилмаларни, ҳар хил фойдали қазилма конларини қидиришда ва ўрганишда, гидрогеология ва муҳандислик геология масалаларини ечишда қўлланилади. Ер пўстининг тузилишини ўрганишда, худудий гравитацион аномалия чуқурликдаги сейсмик азмойишлар усули (гсз) ёрдамида Ер пўстининг қалинлиги баҳоланади ва турли участкаларга ажратилади. Гравиразведка далиллари платформалар ва геосинклинал соҳалар чегараларини аниқлашда ҳамда уларнинг оралиғини майда масштабда хариталаш далиллари бўйича йирик тектоник тузилмаларни ажратишда ёрдам беради.

Гравиметрик ишларнинг асосий қисми 1:200000 дан 1:50000 масштабдаги дала хариталашларига тўғри келади. Платформа соҳаларида бу ишлар бўйича пойдеворнинг чуқурлиги, унинг ички тузилиши ўрганилади, чўкинди қалинлигидаги бурмаланган ва узилмали тузилмалар аниқланади, артезиан ҳавзалари ажратилади ва ўрганилади. Баъзи районларда ушбу масштабдаги юқори аниқли гравиметрик хариталаш далиллари бўйича тўғридан – тўғри нефть ва газ уюмлари изланади. Нефть ва газ уюмлари таъсирида ҳосил бўлган оғирлик кучи маҳаллий аномалиянинг кескинлиги кичик бўлади (0.5 - 1.0 мгал).

Шу масштабдаги хариталаш далиллари бўйича таркиби ҳар хил бўлган интрузив массивлар ажратилади, алоҳида бурмаланган тузилмалар чегаралари белгиланади, ёши ҳар хил бўлган жинс мажмуалари чегаралари белгиланади, йирик узилмали бузилишлар аниқланади. Ушбу далилларнинг ҳаммаси турли фойдали қазилмаларга истикболли майдонларни ажратишда ишлатилади. Маъдан конларини қидиришда 1:25000 ва ундан йирик масштабдаги гравиметрик хариталаш ишлари ўтказилади. Хромитлар ва мис – колчедан маъданларини, кўрғошин - рухли, темир маъданларини қидиришда гравиразведка яхши натижа беради (уларнинг зичлиги баланд бўлгани сабабли мусбат аномалия кузатилади). Гравиметрик хариталаш магниторазведка билан бирга олиб борилади.

Пегматит, корунд, барит томирларини қидиришда гравиразведка кенг қўлланилади. Уларнинг зичлиги юқори бўлганлиги учун мусбат аномалия кузатилади. Минерал тош туз конлари манфий аномалиялар билан кузатилади (тузнинг зичлиги паст). Гравиразведка гранитоид массивларини ўрганиш учун қўлланилади. Гранитоид массивлар юзаси кўтарилган баъзи участкалари билан Қозоғистон ва Байкал ортида вольфрам, молибден, олтин, қалай конлари боғлиқ. Ундан ташқари гравиразведка муҳандислик геологиясидаги баъзи масалаларни ечишда ҳам қўлланилади (ўпирилишларни ва карстларни ўрганишда, карстлар билан бокситлар ва чучук сувлар боғлиқ бўлган конларни ўрганишда, тектоник бузилишларни аниқлашда ва бошқа).

### **ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКА УСУЛИ.**

**Электроразведка (электромагнит қидирув усули)** – бу геофизиканинг асосий усуларидан бири ҳисобланади. У Ер бағрида ўзгармас ва ўзгарувчан электр ток манбалар таъсирида ҳосил бўлган табиий ва сунъий электромагнит майдонларини ўрганишга асосланган. Бу усул Ер қобиғини тузилишини ўрганишда, фойдали қазилмаларни излаш ва разведка

килишда, муҳандислик геология ва гидрогеологиянинг ҳар хил масалаларини ечишда ва геоэкология масалаларини ўрганишда қўлланилади.

### **Электромагнит майдонлар:**

1) Барқарор майдонлар – улар бир секунддан ортиқ вақт давомида мавжуд бўладилар. Улар ўзгармас ва ўзгарувчан (гармоник ёки квазигармоник) бўлади. Ўзгарувчан майдонларнинг частоталари миллигерцдан ( $1\text{мГц}=10^{-3}\text{Гц}$ ) петагерцгача ( $1\text{ПГц}=10^{15}\text{Гц}$ ) бўлган ораликда ётиши мумкин. Барқарор ўзгарувчан майдонлар паст частотали ( $f < 10\text{ кгц}$ ) ва юқори частотали ( $f > 10\text{ кгц}$ ) майдонларга бўлинади.

2) Барқарорлашмаган майдонлар – импульсли; импульсларнинг давомийлиги микросекунддан 1 секундгача мавжуд бўлади. Гармоник (ўзгарувчан) майдонларни инфратовушли ( $f=16\text{--}20000\text{ Гц}$ ), радиотўлқинли ( $f < 3 \cdot 10^9\text{ МГц}$  мегагерц) – электроразведкада ўрганиладиган ва микрорадио тўлқинли ( $f=10^9\text{ гигагерц ГГц га}$ ) терморазведкада ўрганиладиган майдонларга ажратиш мумкин. Ўзгарувчан майдонларнинг ўлчайдиган параметрлари: электр  $E$  ва магнит  $H$  майдонларнинг амплитудалари ва фазалари (терморазведкада эса – ҳарорат  $T$ ).

Табиий майдонларнинг кескинлиги ва тузилиши табиий омилларга ва тоғ жинсларининг электромагнит хусусиятларига боғлиқ.

Сунъий майдонлар жинсларининг электромагнит хоссаларига, манбанинг тури ва қуввати (кескинлигига) ва қўзғатиш усулига боғлиқ.

Майдонларни қўзғатиш усуллари:

а) гальваник усули – ердаги майдон токини ерга электродлар – ер туташчилардан ўтказиб қўзғатилади;

б) индуктив усули – ток ерга туташмаган контурдан (ҳалқа, рамка) ўтказилади ва индукция ҳисобига муҳитда электромагнит майдон ҳосил бўлади;

в) аралаш усул - майдонни гальваник ва индуктив қўзғатиш усуллари бирлаштиради.

Электромагнит хоссаларга солиштирма электр қаршилиқ « $\rho$ », унга тескариси солиштирма электр ўтказувчанлик  $\gamma = \frac{1}{\rho}$ , электркимёвий активлик « $\alpha$ », **кутбланиш** « $\eta$ »,

диэлектрик « $\epsilon$ » ва магнит « $\mu$ » сингдирувчанлик ва пьезоэлектрик модули « $d$ » киради. Геологик муҳитларнинг электромагнит хоссалари ва геометрик ўлчамлари билан геоэлектрик кесимлар аниқланади.

Муҳитнинг баъзи электромагнит хоссаси бўйича бир жинсли геоэлектрик кесими нормал геоэлектрик кесим деб аталади, бир жинсли эмаслик – аномал геоэлектрик кесим бўлади.

Электроразведканинг қўлланилиш эҳтимоллиги электромагнит хоссалари бўйича тоғ жинсларининг бир-биридан фарқ қилишига асосланган.

Электроразведканинг ўрганадиган чуқурлигини ўзгартириш учун манбалар қуввати ва майдонни қўзғатиш усули ўзгартирилади. Лекин, чуқурликни дистанцион ва частотали усуллар ёрдамида ўзгартириш ҳам мумкин. Дистанцион усулда майдон манбаси ва ўлчов нуқталари орасидаги масофани ўзгартиришга асосланган (чуқурликни орттириш учун майдон манбаси ва ўлчам нуқталари орасидаги масофа кенгайтирилади). Частотали усули скин – самарага, яъни электромагнит майдонни чуқурликка ўтиши частотасига боғлиқлигига асосланган. Электромагнит майдон ярим фазода тик пастга тарқалганда частотаси қанча юқори бўлса ёки майдонни импульсли қўзғатиш усулида ток ўтказиш вақти  $t$  кичик бўлса майдоннинг амплитудаси шунча тез камаяди (сўнади).

$H$  чуқурликдаги майдон амплитудаси ер юзасидаги қийматига нисбатан  $1/e$  гача ( $e=2,718$ , яъни 37% га) камайиши скин-қатлам қалинлиги ёки электромагнит тўлқиннинг ўтиш чуқурлиги деб аталади.

$H = 503,8 \cdot \sqrt{\rho / f}$ , бу ерда  $\rho$  - солиштирма қаршилиқ,  $f$  - электромагнит тўлқиннинг частотаси (Гц).

Шундай қилиб, жинсларнинг солиштира қаршилиги қанча катта, майдоннинг частотаси қанча кичик ёки тебраниш даври  $T = \frac{1}{f}$  қанча катта ва майдон тарқалиш вақти катта бўлса, қидирувнинг чуқурлиги шунча катта бўлади. Электроразведкада чуқурлик, бир неча ўнлаб км дан (инфрапаст частотада) бир неча сантиметргача (геоагерцлар – микрорадиотўлқин частотада; тетрагерц  $10^{12}$  гц - инфрақизил частотада) ўзгаради.

Электроразведкадаги қўлланиладиган усулар ишлатадиган майдон турлари бўйича таснифланади:

**I. Ўзгармас электр ток усуллари:**

1) Қаршилиқ усуллари - (электропрофиллаш – ЭП, тик электр азмойишлаш ТЭА, ёки вертикал электр зондлаш ВЭЗ усуллари); 2) Зарядлаш усули (ЗУ).

**II. Физик – кимёвий жараёнлар сабабли ҳосил бўлган майдонлар усуллари:**

1) табиий электр майдон ТМ ;2) ундалган потенциаллар усули (ундалган кутбланиш усули УП).

**III. Ўзгарувчан паст частотали электромагнит майдон усуллари:**

1) Магнитотеллурик усуллар.

2) Электромагнит азмойишлаш (зондлаш) усуллари.

3) Индуктив усуллар: паст частотали узун кабел усули - ўтиш жараёнлари усуллари.

**IV. Ўзгарувчан юқори частотали электромагнит майдон усуллари:**

1) Радиотўлқинлар усули (радиокомпарация ва пелеганция усули (радиокип) радиотўлқинлар ёритиш усули).

Агар, геометрик жисм аниқ бўлса, унда Максвелл тенгламалар тизимидан чиққан дифференциал тенгламалар ёрдамида ва физик ҳолатлардан электроразведканинг бир қатор физик – геологик моделлари учун тўғри масалалар ечилади (яъни моделлар устида майдоннинг у ёки бу компоненталарига аналитик ифодадалар топилади). Агар, кузатувлар натижасида ушбу майдон копоненталари аниқланган бўлса, унда тўғри масалалар асосида электроразведканинг тескари масалалари ечилади, яъни моделнинг параметрлари аниқланади.

#### **Тоғ жинсларининг электромагнит хоссалари.**

1. Солиштира электр қаршилиқ  $\rho$ .

Солиштира электр қаршилиқ  $\rho$  - бир томони бир метрга тенг бўлган кубик жисмнинг бир қиррасидан иккинчи рўпарадаги қиррасигача ўтаётган электр токига кўрсатган қаршилиқдир.  $R = \rho \cdot \frac{l}{S}$ , бундан  $\rho = R \cdot \frac{S}{l} \left| \text{Ом} \cdot \frac{\text{м}^2}{\text{м}} \right| = |\text{Ом} \cdot \text{м}|$ , бу ерда, R - қаршилиқ; l - ўтказгичнинг узунлиги; S - ўтказгичнинг кўндаланг кесим юзаси.

Ҳар хил тоғ жинсларда солиштира электр қаршилиқ жуда кенг оралиқда ўзгаради: 0,001 Омм дан (баъзи  $10^{-5}$  Омм дан), соф туғма металлларда  $10^{15}$  Омм гача (слюда, кварц, дала шпатларда).

Тоғ жинслари электрон ва ион ўтказгичларга ажратиладилар. Электрон ўтказгичларда зарядлар эркин электронлар орқали кўчириладилар. Ион ўтказгичларда электр зарядлар ионлар орқали кўчириладилар. Бу ионлар тоғ жинсларининг ғовақларини тўлдирган қоришмаларда жойлашган бўлади. Биринчи гуруҳга соф туғма металллар, сульфидлар, графитлар, антрацитлар киради. Иккинчи гуруҳга эса ҳамма бошқа қолган жинслар киради. Солиштира қаршилиқ  $\rho$  бўйича жинсларни таснифлаш мумкин:

а) Ўтказгичлар -  $\rho = 10^{-5} - 10^1 \text{ Омм}$ ;

б) Ярим ўтказгичлар -  $\rho = 100 - 10^7 \text{ Омм}$ ;

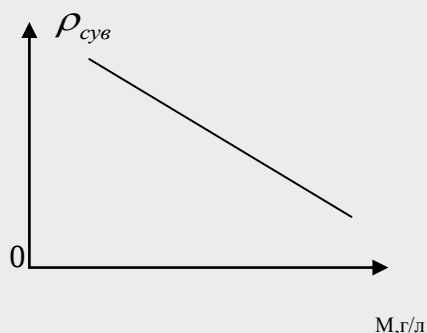
в) Диэлектриклар-  $\rho > 10^8 \text{ Омм}$ .

Жинсларнинг солиштира қаршилиги қуйидаги омиллар билан боғланган бўлади:

а) Жинсларнинг солиштира қаршилиги, шу жинсни ташкил этган минералларнинг қаршилигига боғлиқ. Кўп минералларнинг қаршилиги жуда катта, фақат сульфидлар,

графитлар ва антрацитлар кичик қаршиликларга эга. Жинснинг қаршилиги токни яхши ўтказувчан минераллар миқдори кўпайиши билан камаяди;

б) Жинснинг қаршилиги биринчи навбатда намликка ва сувнинг қаршилигига боғлиқ бўлади. Сувдаги эритилган минерал тузларнинг концентрацияси қанча кўп бўлса, шу даражада унинг қаршилиги камаяди. Кўп минералланган ( $M=10\text{г/л}$ ) сувларнинг электр қаршилиги  $1\text{ Ом.м}$  атрофида бўлади. Минералланиши  $1\text{г/л}$  гача бўлган сув билан тўйинган тоғ жинсларининг солиштира қаршилиги  $10\text{--}150\text{ Ом.м}$  атрофида кузатилади. Солиштира қаршиликни сувнинг минералланиши билан боғланишини қўйидаги формула орқали кўрсатса бўлади (расм 23):



Расм 23

$$\rho_{\text{сув}} \approx 8,4 / M,$$

бу ерда,  $M$ -минералланиши  $\text{г/л}$ ;

в) Тоғ жинсларининг ғоваклиги ва ёриқлиги ортганда қаршилик камаяди. Ғоваклар қанча кўп бўлса, шунча тоғ жинсларини тўйинтирадиган эркин сувлар кўп бўлади. Ғовакларни сувга тўйинганлиги ортса, жинсларнинг қаршилиги камаяди. Агар, ғоваклар газ ёки нефт билан тўйинган бўлса, унда  $\rho$  ортади;

г) Жинсларнинг қат-қатлиги ёки дарзлилиги электр қаршиликни ҳар хил йўналиши бўйича ўзгартиради ва жинсларни электранизотропик ҳолатга келтирилади. Жинслари анизотропик ҳолати анизотропия  $\lambda$  коэффициенти

билан аниқланади:

$$\lambda = \sqrt{\rho_h / \rho_t},$$

$$\rho_n > \rho_t.$$

Бу ерда  $\rho_t$ -қатламланиш ёки дарзликнинг бўйлама йўналиши бўйича ўлчанган солиштира қаршилик ;  $\rho_n$  - қатламланишнинг кўндаланг йўналиши бўйича ўлчанган солиштира қаршилик.

Тоғ жинсларида  $\lambda$  параметри 1 дан 3 гача ўзгаради, айниқса кучли сланецлашган жинсларга. Солиштира қаршилик эса,  $1 - 10\text{ Ом}$  дан  $1000\text{--}10000\text{ Ом}$  гача ва ундан ортиқ ўзгариши мумкин;

д) жинсларнинг ҳарорати ошиши билан электр қаршилиги  $\rho$  қўйидаги қонуният орқали камаяди:

$$\rho_{t^0} = \rho_{18^0c} [1 + \alpha(t^0 - 18^0)], \text{ бу ерда } \rho_{t^0} - \text{маълум бир ҳароратдаги жинснинг қаршилиги;}$$

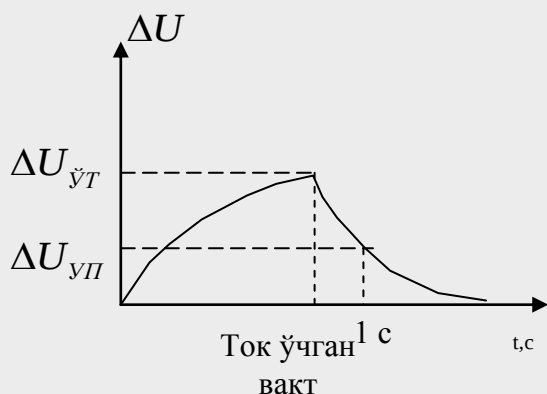
$$\rho_{18^0c} - 18^0\text{C ҳароратдаги жинснинг қаршилиги;}$$

$\alpha$  - электр ўтказувчанликнинг ҳарорат коэффициенти.

Ушбу коэффициент  $\text{NaCl}$  қоришмаси учун  $0,026$  га тенг бўлади. Агар, жинснинг ҳарорати  $40^0$  га ортса, унинг қаршилиги икки марта камаяди. Жинсларнинг музлик ҳароратида, яъни ҳарорат  $0^0$  дан паст бўлса, қаршилик сакрабсимон ортади.

Баъзи тоғ жинслар ва минералларнинг қаршилиги 3 – ж адвалда келтирилган.

Қутбланиш « $\eta$ » - қутбланиш майдонининг табиати, тоғ жинслар ва маъданлардан электр ток (доимий ёки паст частотали  $f = 20\text{гц}$  гача) ўтганда рўй берувчи физикавий ва



кимёвий жараёнدير. Жинсларнинг қутбланиш имконияти улардан ток ўтказганда зарядлар тўпланади ва ток ўчирилгандан кейин уларнинг камайиши (разряд бўлиши) қутбланиш коэффициенти  $\eta$  орқали баҳоланади ва фоизда (%) ўлчанади. Ток ерга ўтказилганда ва ўчирилгандан сўнг қабул қилувчи  $MN$  электродларда ҳосил бўлган потенциаллар айирмаларининг ўзгариш графиги 24 - расмда

кўрсатилган. Ток АВ таъминловчи электродлардан ерга ўтган тоғ жинслар 1 – 2 дақиқа давомида “зарядланади” ва қабул қилувчи MN электродлардаги потенциаллар айирмиси доимий  $\Delta U_{\text{ўТ}}$  қийматига етади. Ток ўчирилгандан сўнг MN электродлардаги потенциаллар айирмиси  $\Delta U_{\text{ўП}}$  эквипотенциал қонуни бўйича ноль қийматигача камаёди (“разрядланади”). Турли жинсларда ва минералларда ушбу потенциаллар айирмиси ўзгариш қонуни турлича бўлади.

Қутбланиш коэффиценти қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:  $\eta = \frac{\Delta U_{\text{ўП}}}{\Delta U_{\text{ўТ}}} \cdot 100\%$

Бу ерда,  $\Delta U_{\text{ўП}}$  - муҳитнинг нуқталари орасида ток ўчирилгандан сўнг маълум бир муддатдан кейин (0,5-1с) ўлчанган потенциаллар айирмиси (ундалган потенциаллар);

$\Delta U_{\text{ўТ}}$  - ток ўтган вақтдаги ўлчанган потенциаллар айирмиси.

2) Электр кимёвий активлик « $\alpha$ » -бу тоғ жинсларининг табиий ўзгармас электр майдони ҳосил қилиш хусусияти. Ушбу майдонлар ҳар хил концентрацияга ва кимёвий таркибга эга бўлган тоғ жинсларидаги қоришмаларнинг ҳаракати таъсирида филтрация, диффузия, адсорбция ва оксидланиш-қайтарилиш жараёнлари натижасида ҳосил бўлади. « $\alpha$ » милливолтда ўлчанади ва минералнинг таркиби, гиллиги, ғоваклиги, ўтказувчанлиги намлигига ва сувнинг минераллашганлигига боғлиқ.

Тоза қумда  $\alpha = (10-15)\text{мВ}$ ; каттиқ жинсларда  $\alpha \approx 0\text{мВ}$  атрофида, гилларда  $\alpha = 20 \div 40\text{мВ}$ ; маъданларда  $\alpha > 100\text{мВ}$  бўлади.

3-жадвал

| Минераллар           | Қаршилиги<br>$\rho$                                         | $\varepsilon$ | Магматик<br>жинслар       | Қаршилиги                                          | $\varepsilon$ |
|----------------------|-------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------|----------------------------------------------------|---------------|
| Ангидрит<br>Гематит  | $10^7 - 10^{10}\text{Омм}$<br>$10^4 - 10^6\text{Омм}$       | 6-6,5         | Гранитлар<br>диорит       | $10^3 - 10^5\text{Омм}$<br>$10^4 - 10^5\text{Омм}$ | 6-10<br>7-12  |
| Кварц                | $10^6 - 10^8\text{Омм}$                                     | 4,2-5,5       | Габбро,<br>базальт        | $10^3 - 10^5\text{Омм}$                            | 6-12          |
| Сув                  | $10^{-1} - 10^5\text{Омм}$                                  | 80            | Сиенит                    | $10^2 - 10^5\text{Омм}$                            | 7-12          |
| Дала шпати           | $10^{11} - 10^{12}\text{Омм}$                               | 4-10          |                           |                                                    |               |
| Антрацит             | $10^{-2} \div 10^2$                                         | 5-8           | <b>Метаморфик жинслар</b> |                                                    |               |
| Графитлар            | $10^{-6} - 10^{-1}\text{Омм}$                               |               | Гнейслар                  | $10^2 - 10^5\text{Омм}$                            | 5-12          |
| Магнетит             | $10^{-4} - 10^{-2}\text{Омм}$                               |               | Мармар                    | $10^4 - 10^8\text{Омм}$                            |               |
| Мис сульфиди<br>нефт | $10^{-5} - 10^{-4}\text{Омм}$<br>$10^9 - 10^{16}\text{Омм}$ | 8-17          | Кристаллик<br>сланецлар   | $10^3 - 10^5\text{Омм}$                            |               |

4-жадвал

| <b>Чўкинди жинсларнинг қаршилиги</b> |                                           |
|--------------------------------------|-------------------------------------------|
| Гиллар $-1 \cdot 10^2\text{Омм}$     | Доломит, оҳақтош $-10^2 - 10^5\text{Омм}$ |
| Алевролит $-10^3 - 10^5\text{Омм}$   | Қумлар $-5 \cdot 10^3\text{Омм}$          |
| (шағал) $-10^3 - 10^5\text{Омм}$     | Қумтош $-10 - 10^3\text{Омм}$             |
| Конгломерат $-10^1 - 10^3\text{Омм}$ | Гилли сланец $-10^2 - 10^3\text{Омм}$     |

**Пьезоэлектрик модули  $d$**  –бу механик деформация таъсирида минералларнинг ва тоғ жинсларининг электр қутбланиши (потенциалларни) ҳосил қилиш хусусиятлари билан аниқланади.

$q$  зарядларнинг ишораси ва кучли деформация турига (чўзилиш – сиқилиш ёки силжиш) таъсир этувчи механик кучнинг миқдори ва йўналишига ва кристаллнинг « $d$ » пьезоэлектрик модулига боғлиқ.  $q = d \cdot F$  « $d$ »нинг ўлчов бирлигида СИ тизимида кулон /

ньютонга (Кл/Н). Энг катта: кварцда  $-5 \cdot 10^{-4} - 20 \cdot 10^{-4}$  Кл/Н; турмалинда  $-3 \cdot 10^{-4} - 30 \cdot 10^{-4}$  Кл/Н; нефелинда  $-4 \cdot 10^{-4} - 12 \cdot 10^{-4}$  Кл/Н; кўп минералларда  $d=10^{-5}$  Кл/Н дан ортмайди.

Тоғ жинсларининг таркибида кварц (айниқса тоғ хрустали) қанча кўп бўлса, унда жинснинг «d» қиймати шунча катта бўлади. Қуйидаги жинсларда d қуйидагича камаяди; ер томирли кварц, пегматит ер томирлари, кварцитлар, гранитлар, гнейслар, кумтошлар.

Чўкинди жинсларда ғоваклик ва боғланган сув ошганда «d» ошади, агар эркин сув ошса, «d» озгина ўзгаради ёки камаяди.

#### 4) Диэлектрик сингдирувчанлик ( $\epsilon$ ).

Электроразведка усулларида диэлектрик сингдирувчанлик  $\epsilon$  фақат юқори частоталарда таъсир этади.

Нисбий диэлектрик сингдирувчанлик  $\epsilon = \epsilon_{\delta, \text{ж}} / \epsilon_{\delta_0}$  - агар, ҳавонинг ўрнига жинсни жойлаштирса конденсаторнинг сиғими неча марта ортишини кўрсатади.

Бу ерда,  $\epsilon_{\text{т.ж}}$  – тоғ жинсининг диэлектрик сингдирувчанлиги;

$\epsilon_{\text{х}}$  – ҳавонинг диэлектрик сингдирувчанлиги;

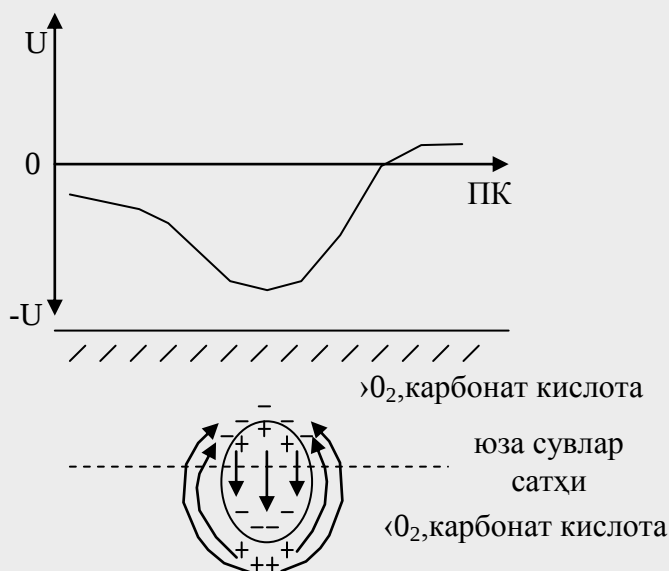
« $\epsilon$ » кичик ораликда бирдан 80 гача ўзгаради. Кристаллик жинсларда  $\epsilon = 5-12$ ; сувга тўйинган чўкинди жинсларда  $20 \div 40$  гача ортади, сувда – 80.

3) Магнит сингдирувчанлик  $\mu$  -модданинг ўзига магнит майдоннинг қувват чизикларини тўплаш қобилятини тавсифлайди. Магнит сингдирувчанлик  $\mu$  ташқари, магнит майдон таъсирида ўзининг магнит индукциясини ўзгартириш имкониятини кўрсатади:  $\mu \frac{B}{T}$ , В-магнит индукцияси; Т-магнит майдон кучланганлиги.

Кўп тоғ жинсларда  $\mu = 1$ га тенг. Фақат ферромагнетикларда  $\mu = 10 \div 20$  гача ортиб боради. Маъданларда  $\mu = 3 \div 10$ . “ $\mu$ ” нинг таъсири фақат юқори частоталарда ( $f > 10$  кгц) кузатилади.

### Табиий электр майдони усули

Табиий электр майдон усули – маҳаллий (локал) табиий ўзгармас электр майдонларини ўрганишга асосланган. Табиий ўзгармас электр майдонлар оксидланиш-қайтарилиш жинслардаги қоришмаларнинг ҳаракати таъсирида филтрация, диффузия ва адсорбция жараёнлари натижасида ҳосил бўлади. Кучсиз табиий потенциаллар ҳар жойда мавжуд. Кучли майдонлар графит, кўмир конлари, сульфид маъдан конлари устида кузатилади.



### Табиий электр майдонининг ҳосил бўлиш сабаблари.

1. Оксидланиш – қайтарилиш жараёнлари.

Ер қатламида кичик чуқурликда сульфид маъдани ётган бўлсин. Сульфиднинг юқори қисми кислородга ва карбонат кислотага бой бўлган сувни циркуляцияси актив бўлган зонасида жойлашган. Руданинг пастки (чуқурлиги) қисмлари кислородга ва карбонат кислотасига камбағал сувларнинг тўхтаб қолиш зонасида жойлашади. Шунинг учун

сульфиднинг юқори қисмида оксидланиш жараёни бўлиб ўтади ва сульфид сульфатга ўтади. Оксидланиш реакцияси оксидланувчи элементларнинг атомларида электронларнинг озод бўлиши кузатилади ва шунинг учун маъданнинг юқори қисми мусбат потенциалга эга бўлади.(25 – расм).

Маъданнинг пастки қисмида қайтарилиш жараёни бўлиб ўтади. Бу жараёнда электронлар бирлаштирилади; натижада маъданнинг пастки қисми манфий потенциалга эга бўлади. Маъданнинг ичида тепадан пастга қараб йўналган электр токи ҳосил бўлади. Ташқари муҳитда бошқача тақсимланади. Маъданнинг оксидланувчи билан бир – бирига тегиб турган (туташган) қисми манфий потенциалга эга бўладилар. Маъданнинг пастки қисмларининг атрофида тесқари ҳодиса рўй беради. Натижада ташқари муҳитда ток пастдан юқорига қараб оқади. Ҳосил бўлган потенциалнинг номи оксидланиш-қайтарилиш потенциали деб аталади.

Сульфид маъданининг устида табиий электр майдонининг манфий потенциаллар аномалияси кузатилади.

2. Табиий электр майдони ҳосил бўлишининг иккинчи сабаби диффузион адсорбционланиш жараёни билан боғлиқ. Бу жараён сувга тўйинган тоғ жинсларида ўтади. Диффузион-адсорбционланиш, майдонлар сувдаги тузларнинг концентратцияси катта бўлган муҳитдан концентратцияси кам бўлган муҳитга ионларни диффузия ва адсорбция содир бўлиши натижасида ҳосил бўладилар (адсорбция потенциали ҳар хил жинсларнинг адсорбцион хусусиятига боғлиқ).

3. Табиий электр майдони ҳосил бўлишининг учинчи сабаби - ер ости сувларининг ғовакли тоғ жинсларидан филтрация қилиниши билан боғлиқ. Жинсдаги дарзлик ва ғовакларни капилляр сифатида кўриш мумкин.

Капиллярларнинг деворлари битта ишорали ионларни адсорбция қиладилар (кўпинча манфий ионларни). Суюқлик муҳитда капиллярнинг деворларига яқинида қарама-қарши ишорали зарядлар («+»ионлар) тўпланади. Натижада капиллярда иккиламчи электр қатлам ҳосил қилади. Суюқликнинг капиллярда ҳаракати натижасида иккиламчи электр қатламдаги ҳаракатчан зарядларнинг бир қисми (одатда мусбат ионлар) суюқлик ҳаракатининг йўналиши бўйича чиқарилади. Натижада капиллярнинг учларида электрпотенциалларнинг айирмаси ҳосил бўлади.

Натижада оқим соҳаларида манфий потенциалларнинг аномалияси, сарфлаш (чиқариш) соҳаларида эса, мусбат аномалиялари кузатилади. Тепаликларда (сув йиғиладиган жойлар) нисбати потенциалнинг паст қийматлари, водийларда эса (сувни сарфлаш соҳаси разгрузка) потенциалнинг нисбий юқори қийматлари кузатилади.

Кўмилган қадимий дарё водийларининг устида табиий потенциалнинг мусбат аномалиялари кузатилади. Уларнинг қиймати Ер ости оқимининг ҳаракати йўналиши бўйлаб ортади.

Табиий потенциаллар милливольтда (мВ) ўлчанади.

### **Табиий майдон усулининг услуби.**

Табиий потенциалларни 1) алоҳида профиллари бўйича профили хариталаш.

2) паралел профилларнинг тизимлари бўйича (майдонли хариталаш) ўлчовлар олиб борилади. Профиллар объектларнинг тахминий йўналишига перпендикуляр ўтказилади, уларнинг орасидаги масофа 10м дан 100м гача бўлади ва бошқа геологик жисмларнинг кутаётган узунлигидан бир неча марта кичик бўлишлари керак.

Кузатув қадами 5м дан 50 м гача етади ва хариталашнинг масштабига, электромайдонни хусусиятига ва кучланганлигига боғлиқ.

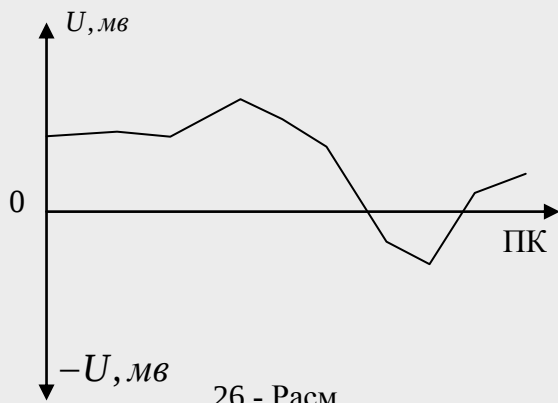
Табиий потенциалларни икки усул билан ўлчаш мумкин:

1) потенциаллар усули – бунда битта ҳаракатсиз (қўзғалмайдиган) N нукта ва ҳамма потенциаллардаги кузатув пунктлар (нукталар)  $M_1, M_2, M_n$  орасидаги потенциалларнинг айирмаси ўлчанади. N нуктадаги қўзғалмас электрод ҳар доим ўлчовлар ўтказётган

профилнинг бошланишида жойлашади. Бу усулда ўлчанган потенциаллар айирмаси  $M_i$  нуқталардаги потенциалига (V) тенг.

2) Потенциалнинг градиенти усули – бунда бир-биридан ўзгармас кичик масофада жойлашган ва профил бўйлаб баравар кўчириладиган иккита электродлар орасидаги потенциаллар айирмаси ўлчанади. Бу усулда потенциаллар айирмаси  $\Delta u$  ўлчанади.

Табиий потенциалларни ўлчаш учун **қутбланмайдиган** электродлар ишлатилади. **Қутбланмайдиган** электрод – ғовакли сопол идишдан иборат бўлади. Унинг ичида мис кўпороси ( $\text{CuSO}_4$ ) эритмаси қуйилади ва ичига мисли электрод (стержен) жойлаштирилади. Иш вақтида электродлар 10-20 см чуқурликка қўмилади ва стерженга ўлчов асбоби уланади. Бундай электродлар **қутбланиш** таъсирини анча камайтиради. Бу ишлар натижасида потенциалларнинг графиклари тузилади (26 – расм).



Графиклар харитаси ва потенциалларнинг қийматлари тенг бўлган (эквипотенциал чизиклар) хариталар тузилади.

Табиий потенциаллар усулининг натижалари сифатли талқин қилинади. Баъзи аниқ маҳаллий аномалиялар бўйича миқдорли талқин қилиш ўтказилади. Потенциал ва оғирлик кучи аномалиялари ўхшаш бўлгани учун гравиразведканинг талқин қилиш усуллари ишлатилади (шарга: маркази ётиш чуқурлиги  $H = 0,5X_{1/2}$ ), қалинлиги кичик бўлган қатламга  $H = (0,3 \div 0,5) \cdot X_{1/2}$ , 0,3 коэффициентни ўлчами

чуқурликка яқин бўлган жинсларга, бошқаларига 0,5 коэффициент ишлатилади.

Табиий электр майдони усули қуйидаги масалаларни ечишда қўлланилади:

1. Сульфид, тош кўмир, графит, конларни излаш ва разведка қилиш;
2. Қувур (труба) ўтказувчилар томонидан коррозияни ўрганиш;
3. Геологик ва муҳандислик геологик хариталаш;
4. Сув омборларидан, дарзликлардан сувни оқиб чиқиш жойларини аниқлаш;
5. Ер ости сувларининг оқим йўналишини, ўпирилишларнинг динамикасини ўрганиш ва бошқа;
6. Парма қудуқларининг кесимини хужжатлаш.

### Ундалган потенциаллар усули (УП)

Ундалган потенциаллар баъзан ундалган қутбланиш деб ҳам аталади. Бу усулда тоғ жинсларининг қутбланиши ўрганилади.

Тоғ жинсларининг қутбланиш қобиляти, яъни А ва В таъминловчи электродлардан ток ўтказган пайтида зарядларни тўплаш, кейин эса, ток ўчирилгандан сўнг разрядланиш, қутбланиш коэффициенти  $\eta$  билан баҳоланади. Қутбланиш миқдори фоизда ўлчанади ва қуйидаги ифода бўйича ҳисобланади.

$$\eta_k = \frac{\Delta u_{\text{УП}}}{\Delta u_{\text{ўТ}}} \cdot 100\%, \text{ бу ерда, } \Delta u_{\text{УП}} - \text{муҳитнинг } M \text{ ва } N \text{ ўлчов нуқталари орасида ток}$$

ўчирилгандан сўнг маълум бир муддатдан кейин (одатда 0,5 – 1 с) ўлчанган потенциаллар айирмаси (ундалган потенциаллар);  $\Delta u_{\text{ўТ}}$  - ток ўтказган пайтидаги ўлчанган потенциаллар айирмаси.

Қутбланиш – бу жинсдан доимий ёки паст частотали ўзгарувчан (20 гц гача) ток ўтганда ҳосил бўлган мураккаб электркимёвий жараён. Энг юқори қутбланиш ( $\eta = 6 \div 40\%$ ) электр ўтказувчи маъданларда (сульфидлар, сульфатлар, баъзи соф туғма металллар ва алоҳида

оксидларда) бўлади. Бу жинслар гуруҳида ундалган потенциаллар маъданларининг атрофида ер ости сувлар бўлганда электродли қутбланиш жараёни юз борганда ҳосил бўлади. Қутбланиш коэффиценти 2-6% гача сувга тўйинган бўшоқ чўкинди таркибида гил зарралари бўлган жинсларда кузатилади. Бу жинслардан ток ўтганда гил зарраларида адсорбцияланган зарядларнинг қайта тақсимланиши ва диффузияси содир бўлди. Ток ўчирилгандан сўнг, муҳитнинг мувозанат ҳолатига қайтиши сабабли, ундалган потенциаллар ҳосил бўлади. Кўпгина отқинди ва метаморфик жинслар қутбланмайди; чунки уларда  $\eta = 1-2\%$ . Минераллашган сувлар билан тўйинган чўкинди жинслар кучсиз қутбланади. Гилларга нисбатан қумларда ва соз тупроқларда қутбланиш юқори бўлади.

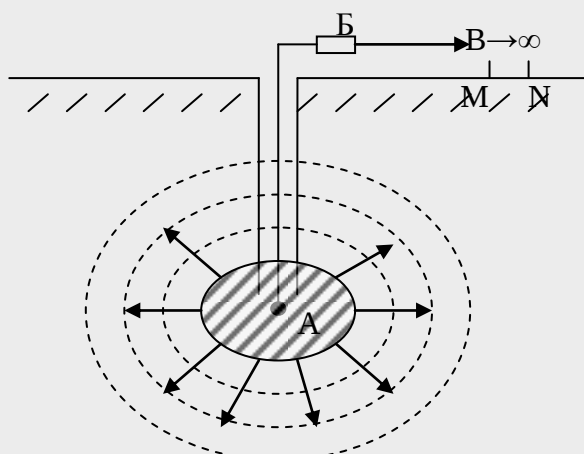
Жинснинг таркибида кўмир ва графит миқдори ошганда қутбланиш ортади.

Ундалган потенциаллар усули билан электркесмалаш ўтказганда кузатув ишлари профиллар бўйлаб ўлчами доимий бўлган мосламалар ёрдамида олиб борилади. Бир жинсли муҳит устида ўлчов олиб борилганда ҳақиқий  $\eta$  қутбланиш миқдори ҳисобланади, бир жинсли бўлмаган муҳит устида эса - туюлувчи қутбланиш  $\eta_k$  ўлчанади. Қилинган ишлар натижасида графиклар, графиклар хариталари ҳамда  $\eta_k$  хариталари тузилади ва уларда аномалиялар ажратилади.

Натижалар асосан сифатли талқин қилинади.

### Жисмни зарядлаш усули

Бу усулнинг маъдан ва гидрогеологик вариантлари ишлатилади.



27 – Расм

1. Маъдан варианты кон қазилма ёки қудук билан очилади, у электр токи жуда яхши ўтказувчи фойдали қазилмаларни разведка қилишда ишлатилади (маъданнинг контури ва ётиш йўналиши аниқланади).

Иш вақтида битта А таъминовчи электрод маъданга уланади (ер туташтирилади), иккинчиси эса, "∞" га, яъни кутилаётган жинснинг ўлчовларига нисбатан тахминан 20 марта катта масофага маҳкамланади (27 – Расм).

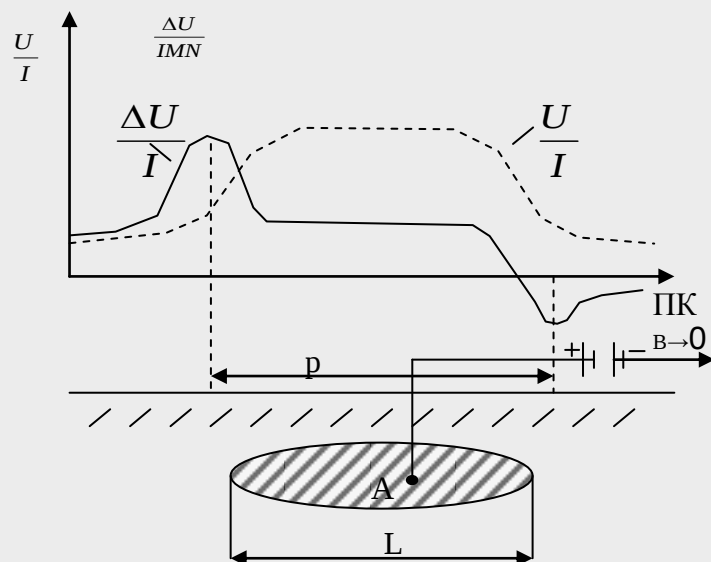
Зарядланган маъдан атрофдаги муҳитга нисбатан юқори электр ўтказгич бўлади. Шунинг учун маъдан жинси эквипотенциал (потенциали тенг бўлган) ўтказгич бўлиб, ундан ҳамма томонга ток текис оқади. Ток чизмаларига перпендикуляр бўлган потенциал, тенг бўлган

юзалар, маъданнинг шаклини такрорлайди. Иккита ўлчов MN электрод ва ҳар қандай электр асбоб билан эквипотенциал чизмалари аниқланади. Ер юзасида изочизмалар (эквипотенциал чизма) зарядланган жинсни такрорлайди ва контурлайди, фақат жинсдан узоқлашган сари

изочизмалар айланага ёки эллипсга яқинлашади. Ингичка чўзиқ маъдан жинслар аномалиялар ўқи билан аниқланади.

Ишлар м-би  
1: 2000; 1: 5000; 20 · (5 ÷ 10) ва  
50 · (10 ÷ 20) тармоғи бўйича, аниқроқ ўрганиш учун тармоқнинг зичлиги икки марта орттирилади.

Кузатувларни қайта ишлаганда потенциал "u" ёки потенциаллар айирмаси "Δu" қийматлари АВ занжирдаги умумий токка "J"



28 – Расм

келтиради, яъни  $u/J$  ва  $\Delta u/J \cdot MN$  ҳисобланади. Ўлчов натижаларининг потенциаллари ёки градиентлари графиклари харитаси, баъзан потенциаллар изочизикликлари харитаси билан тасвирланади. (28 – расм) Маъданнинг узунлигини қуйидагича аниқлаш мумкин.

$$L = p - h;$$

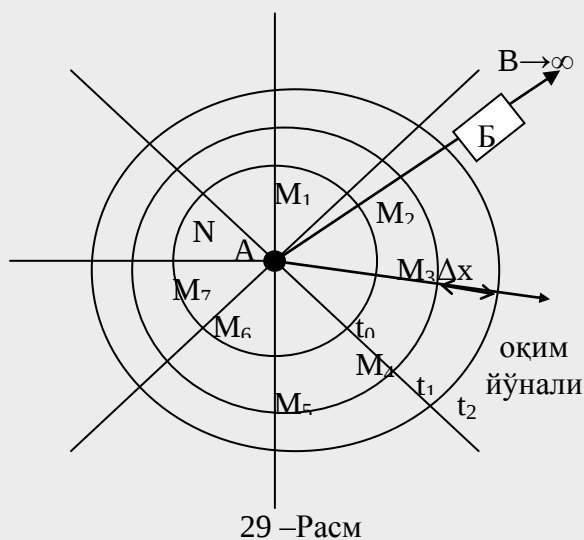
$h$  - маъданни ётиш чуқурлиги;  $L$  - маъданнинг узунлиги

$p$  - потенциал градиентининг экстремумлари орасидаги масофа.

Бу усулда юқори частотали ўзгарувчан ток ишлатиб, ҳосил бўлган магнит майдонни ҳам ўлчаш мумкин.

2. Гидрогеологик варианты битта бурғи қудуғи орқали ер ости сувларининг оқим йўналишини ва тезлигини аниқлашга ишлатилади.

Иш вақтида бурилма қудуққа ер ости сувларининг сатхидан пастроққа битта таъминловчи А электрод туширилади, иккинчиси эса В "∞"га олиб борилади ( $\approx$  А электроднинг чуқурлигига нисбатан 10 марта кўпроқ масофада қоқилади).



29 – Расм

Ер юзасида ер ости сувлар сатҳи ётган чуқурликдан каттароқ масофада битта "N" қабул қилувчи электрод маҳкамланади, иккинчи электрод М эса,  $45^\circ$  дан бурғи қудуқдан узоқлашувчи нурлар бўйича потенциаллари тенг бўлган нуқталар ( $\Delta u = 0$  MB) топилади (у айланага ўхшаш бўлади).

Кейин ер ости сувига ош тузи туширилади ва аниқ вақт давомида шу нурлар бўйича (N электрод ўзгармас бўлганда) потенциаллари тенг бўлган ( $\Delta u = 0$ ) нуқталар топилади. Вақт ўтган сари токни яхши ўтказувчи тузланган сувлар чучук орасида аста-секин оқимнинг ҳаракати йўналиши бўйича чўзилади, эквипотенциал чизмалар ер юзасида унинг контурини такрорлайди. Ер ости сувлари оқимининг йўналиши изочизмаларнинг

максимал силжишига тўғри келади. (29 – расм) Оқимнинг тезлиги  $v = \frac{\Delta x}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ , бу ерда  $\Delta x$

- максимал силжиш  $\Delta t$  - максимал силжишгача бўлган оралиқ вақти.

### Электроразведканинг асбоб-ускуналари

Электроразведканинг кўп усулларида ҳар хил асбоб-ускуналар ишлатилади. Баъзи асбоблар битта усулга, бошқалари – бир неча усулларга ишлатилади.

Электроразведкада ишлатиладиган техника комплектига қўйидаги блоклар киради.

1. Машина генераторлари, батареялар ва аккумуляторлар манбаларининг доимий кучланишини 10 дан 1000 вольтгача ўзгартириши мумкин.

2. Таъминловчи чизиқларда токни ўлчовчилари ҳар хил усулларда бўлади, ток  $J$  0,01 дан 50 А гача ўзгаради.

3. Майдон кучланишини амплитуда ва фазалар миқдорларини ўлчаш асбоблари. Кўпинча қабул қилувчи чизиқларда милливолтиметр ёрдамида потенциаллар айирмалари  $\Delta u$  ўлчанади.

4. Ерда майдонни ҳосил қилиш ва майдоннинг электр ташкил этувчиларининг кучланишини ўлчаш учун электродлар-ертуташчилар, таъминловчи электродлар АВ сифатида пўлат, қабул қилувчи MN электродлар сифатида эса мис ёки латун электродлар ишлатилади. MN электродларининг узунлиги 0,3 – 1 м ва диаметри 1-3 см бўлади. Қутбланиш усулларида қутбланмайдиган электродлар ишлатилади.

5. Ерга туташмаган контурлар – ҳалқалар (ён тамони 1 км гача), рамкалар (диаметри 1 м гача), улар майдонни индуктив қўзғатишга ва майдонни магнит ташкил этувчиларини ўлчашга хизмат қилади. Ҳалқалар ва рамкалар изоляцияси бўлган симлардан ясалади.

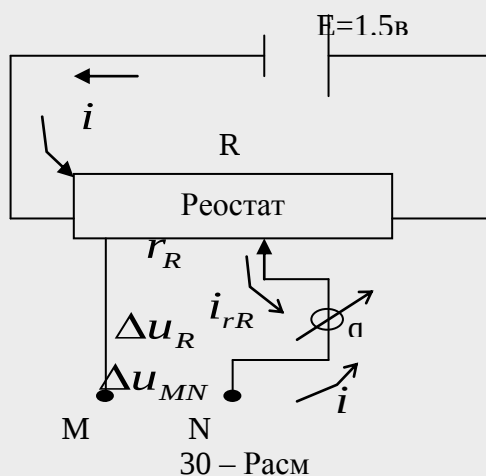
6. Махсус геофизик - мисли ва пўлат – мисли симлар (ГПМП, ГПСМП ва бошқа) ишлатилади.

7. Ёрдамчи ускуналар (ғалтаклар, болғалар ва бошқа).

Электроразведкада кичик чуқурликни ўрганишда (500м гача) кўчириладиган асбоблар ишлатилади. Катта чуқурликни ўрганиш учун (5 км гача) турли электроразведка станциялари ишлатилади.

Кузатувларни ҳавода самолётларда ўтказганда аэроэлектроразведка станциялари ишлатилади.

Кичик чуқурликни ўрганишда кўпинча АЭ – 72 номли автокомпенсацион схемаси бўйича қўрилган милливольтметр ишлатилади. У электроразведкани ўзгармас ток усулларига мўлжалланган.



АЭ – 72 асбобда қаршилик  $R$  – реостат, доимий электр ток элементи  $E$  ва галванометр  $q$  таркибига эга бўлган ускуна бор (30 – расм). Агар ўлчов схемасига қабул қилувчи  $MN$  электродларидаги  $\Delta u_{MN}$  кучланиш уланса, унда галванометрдан  $i$  токи оқади. Реостат билан  $r_R$  қаршиликни ўзгартириб,  $i$  токни  $i_{rR}$  ток билан компенсация қилиш мумкин (демак  $i = 0$  га тенг бўлади). Бу эса,  $i_{rR}$  ва  $i$  токлари ҳаракат йўналишлари қарама-қарши бўлганда бўлади. Унда  $r_R$  қаршиликни ва  $i_{rR}$  ток кучи миқдорини билсаккина ўлчанадиган  $\Delta u_{MN}$  кучланишни аниқласа бўлади.

$$\Delta u_{MN} = i_{rR} \cdot r_R = \Delta u_{rR}$$

Компенсация усулида ўлчов пайтида қабул қилувчи чизмадан ток оқмайди, демак  $MN$  электродларда кучланишни камайиши ва ертуташтириш сифати ўлчовларга таъсир қилмайди. Тупроқнинг электр хусусияти ва электродларни қоқиш чуқурлигига боғлиқ бўлган ертуташнинг қаршилиги разведка жараёнида ҳар хил нукталарда ўзгаради. Агар,  $\Delta u$  оддий вольтметр билан ўлчанса натижаларга турли ҳатолар кириши мумкин эди, чунки ўлчанган кучланишдан электродлардаги ўзгарувчан ноаниқ кучланишлар камайиши айирмалари бўлган.

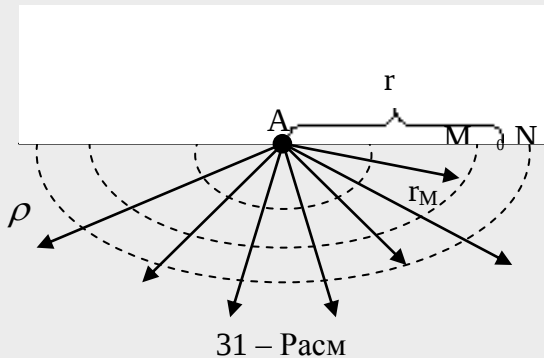
### Ўзгармас электр майдонига асосланган қаршилик усуллари

Бу усулларга электр кесмалаш ва электр азмойишлаш (ёки электр зондлаш) киради. Бу усулларда солиштирма электр қаршилик ўлчанади. Улар амалда жуда кенг қўлланилинади. Қаршилик усуллари назариясида Ом қонуни ётади. Ом қонуни ўтказгичнинг иккита нуктасидаги потенциаллар айирмаси ( $\Delta u$ ), қаршилик ( $R$ ) ва ток кучи ( $J$ ) орасидаги боғланишни аниқлайди.  $\Delta u = R \cdot J$  ўтказгичнинг қаршилиги  $R = \rho \frac{\Delta \ell}{S}$  га тенг, бу ерда  $\rho$  - жисмнинг солиштирма электр қаршилиги,  $\Delta \ell$  - ўтказгичнинг узунлиги;  $S$  - ўтказгичнинг кўндаланг кесими юзаси. Қаршилик ифодасини Ом қонунига қўямиз  $\Delta u = \rho \frac{\Delta \ell}{S} \cdot J$ . Бунда

$$\frac{\Delta u}{\Delta \ell} = \frac{J}{S} \text{ чиқади.}$$

Ток кучи  $J = j \cdot S$  га тенг, яъни ток зичлиги ўтказгичнинг кўндаланг юзасига кўпайтирмасига тенг.  $\frac{\Delta u}{\Delta \ell}$  нисбати электр майдонининг кучайганлиги бўлгани учун,  $E$  билан ток зичлигини  $j = \frac{J}{S}$  белгилаймиз. Унда Ом қонуни дифференциал шаклда ифодаланади.  $E = j\rho$  ёки  $j = \gamma E (\gamma = \frac{1}{\rho} - \text{электр ўтказувчанлик})$ .

### Нуктали манбанинг электр майдони



Агарда, майдон электроднинг ерга туташган қисмининг узинлигидан беш марта катта бўлган масофаларда ўрганилса, ихтиёрий шаклдаги электродни нуктали деб кўриш мумкин, Солиштирма қаршилиги  $\rho$  бўлган ер юзасида ўзгармас ток нуктали А манба жойлашган бўлсин (31 – расм). Бир жинсли мухитда нуктали манбадан ток  $J$  ярим фазода ҳамма томонга бир хил оқиб тушади. Экипотенциал юзалар (электрпотенциали « $u$ » доимий бўлган юзалар) ток чизмаларига перпендикуляр бўлишлари

керак, демак у кўринишлари маркази А нуктада жойлашган ярим сферадан иборат бўлади. Иккита  $M$  ва  $N$  нукталар ёки  $r_M$  ва  $r_N$  радиусли шу нукталардан ўтадиган экипотенциал юзалар орасидаги потенциаллар айирмаси  $\Delta u = \rho \cdot \frac{J \cdot \Delta \ell}{S}$  формуладан аниқланади. Бу ерда,  $J$  - экипотенциал юзалар орасидан ўтаётган ток,  $\Delta \ell = r_N - r_M$  - ток ўтказгичнинг узунлиги (экипотенциал юзалар орасидаги масофа);

$S = 2\pi r^2$  - радиусли ярим сферанинг кўндаланг кесими юзаси.

Агар,  $r_M, r_N$  ва  $r$  радиусларга нисбатан  $\Delta \ell$  жуда кичик бўлса, унда  $r^2 \approx r_M \cdot r_N$  га тенг ва  $\Delta u = \rho \cdot J \cdot \frac{r_N - r_M}{2\pi r_M \cdot r_N} = \frac{J\rho}{2\pi} \left( \frac{1}{r_M} - \frac{1}{r_N} \right)$  агар,  $\Delta u$  ва  $J$  ўлчанса ҳамда  $M$  ва  $N$  электродлар орасидаги масофа аниқ бўлса, тоғ жинсларининг солиштирма қаршилиги  $\rho$  ни ҳисоблаб топиш мумкин. Агар,  $r_N \rightarrow \infty$  да ( жуда катта бўлса), унда нуктали манбанинг потенциали  $u_M$  ни аниқлаймиз, (яъни чексиз ва ўлчов нукта орасидаги потенциаллар айирмасини аниқлаймиз).  $u_M = \frac{J\rho}{2\pi r_M}$  унда  $\rho = 2r_M \cdot \frac{u}{J}$  аниқланади.

Бу ерда,  $r_M = AM$  масофага тенг бўлади.

### Қаршилиқ усуллариининг мосламалари

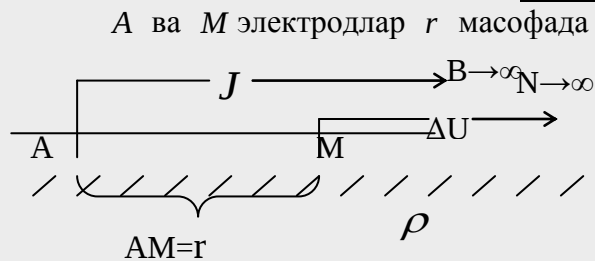
Олдин ўзаролик ақидасини (асосини) қараб чиқамиз. Бир жинсли мухитга А нуктадаги ток манбасидан ҳосил бўлган ўлчов  $M$  нуктасида потенциал  $u_M = \frac{\rho \cdot J}{2\pi} \cdot \frac{1}{AM}$  га тенг бўлади.

Агар шу манбанинг  $M$  нуктага жойлаштирганда ўлчов А нуктада потенциал  $u_A = \frac{\rho \cdot J}{2\pi} \cdot \frac{1}{MA}$  га тенг бўлади. Шундай қилиб, А нуктада жойлашган  $J$  ток манбаи  $M$  нуктада қўзғатган потенциал  $M$  нуктада жойлашган шу ток манбасидан А нуктада қўзғатилган

потенциалига тенг ( $u_M = u_A$ ) бўлади. Ўзаролик ақидаси (асоси) бўйича таъминловчи ва қабул қилувчи электродлар  $AB$  ва  $MN$  ролларини ўзгартирганда бу мослама ёрдамида ўлчанган солиштира қаршилик миқдори ўзгармайди.

Қаршилик усуллари ҳар хил жойлашган таъминловчи ( $A$  ва  $B$ ) ва қабул қилувчи ( $M$  ва  $N$ ) электродлар билан тузилган мосламалар ёрдамида ўтказилади.

### Икки электродли мослама



32 – Расм

$A$  ва  $M$  электродлар  $r$  масофада жойлашган,  $B$  ва  $N$  электродлар катта масофада жойлашган, уларни чексизда жойлашган деб ҳисобласа бўлади. (32 – расм) Унда  $M$

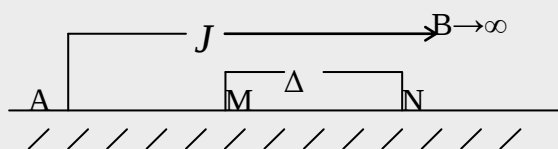
нуқтада  $u_M = \frac{\rho J}{2\pi AM}$  га тенг.

$\rho = 2\pi \cdot AM = \frac{u_M}{J} = k \cdot \frac{u_M}{J}$  бу ҳолда,

$k = 2\pi \cdot AM$  - мосламанинг коэффициенти

бўлади.

### Учта электродли мослама



33 – Расм

$A$ ,  $M$ ,  $N$  электродлар бир хил масофада тўғри чизикда жойлашган бўлсин,  $B$  электрод чексизда жойлашган. (33 – расм) Унда

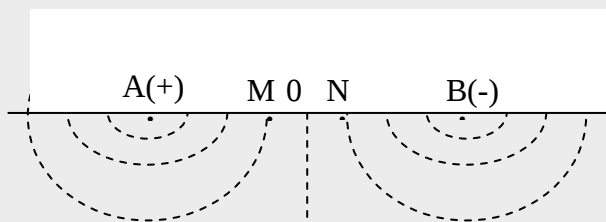
$u_M = \frac{\rho J}{2\pi AM}$  ва  $u_N = \frac{\rho J}{2\pi AN}$  га тенг бўлади.

Потенциаллар айирмаси  $\Delta u = u_M - u_N$  га

тенг.  $\Delta u = \frac{\rho J}{2\pi} \left( \frac{1}{AM} - \frac{1}{AN} \right) = \frac{J\rho}{2\pi} \cdot \frac{MN}{AM \cdot AN}$ . Бунда  $\rho = 2\pi \cdot \frac{AM \cdot AN}{MN} \cdot \frac{\Delta u}{J}$ . Агар  $k = 2\pi \cdot \frac{AM \cdot AN}{MN}$

бўлса, унда  $\rho = k \cdot \frac{\Delta u}{J}$  га тенг.

### Тўртта электродли симметрик AMNB мослама.



34 – расм

Бу мослама кенг ишлатилади.  $A$  электродга мусбат кутб,  $B$  электродга манфий кутб уланган бўлсин. Масофалар  $AM = BN$ ,  $AN = BM$  бўлсин, яъни мосламанинг марказ нуқтаси  $O$  тенг симметрик жойлашган. (34-расм)  $MN$  масофа  $\frac{1}{3}AB$  масофадан катта бўлмаслиги

керак, яъни  $MN \leq \frac{1}{3}AB$  унда  $A$  манбаъдан

$MN$  электродларда ҳосил бўлган потенциаллар айирмаси  $\Delta u_A = \frac{J\rho}{2\pi} \left( \frac{1}{AM} - \frac{1}{AN} \right)$  га тенг бўлади.

В манбаъдаги  $M$   $N$  электродларда потенциаллар айирмаси  $\Delta u_B = -\frac{J\rho}{2\pi} \left( \frac{1}{BM} - \frac{1}{BN} \right)$  га

тенг.

Икки манбаъдан ( $A$  ва  $B$ ) потенциаллар айирмаси  $\Delta u_A$  ва  $\Delta u_B$  ларнинг йиғиндисига тенг бўлади.

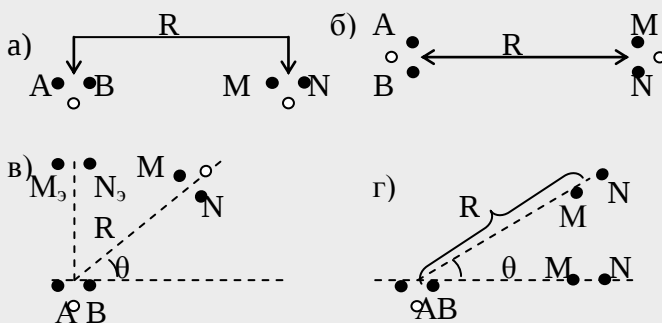
$$\Delta u_{AB} = \Delta u_A + \Delta u_B = \frac{J\rho}{2\pi} \left( \frac{1}{AM} - \frac{1}{AN} - \frac{1}{BM} + \frac{1}{BN} \right)$$

$AM = BN$ ;  $AN = BM$  бўлгани сабабли симметрик мослама учун  $\Delta u_{AB} = \frac{J\rho}{2\pi} \left( \frac{2}{AM} - \frac{2}{AN} \right)$

ва бундан  $\rho = \pi \frac{AM \cdot AN}{MN} \cdot \frac{\Delta u}{J} = k \cdot \frac{\Delta u}{J}$  келиб чиқади.

Бу ерда,  $k = \pi \frac{AM \cdot AN}{MN}$  тўртта электродли симметрик мосламанинг коэффиценти.

### Диполли мосламалар



35 – Расм

Диполли мосламаларда  $AB$  ва  $MN$  электродлар орасидаги масофалар ушбу электродларнинг марказлари (диполлар) орасидаги масофага нисбатан жуда кичик бўлади (35 – расм а,б).  $AB \ll R$ ;  $MN \ll R$ . Агар,  $MN \perp R$  ва  $70^\circ \angle \theta \angle 110^\circ$  да у азимутал диполли мослама деб аталади. Агар,  $\theta = 90^\circ$  бўлса экваториалли мослама бўлади (35в-расм). Агар  $MN$  радиус  $R$  га бўйлаб йўналтирилган ва  $-30^\circ \angle \theta \angle 30^\circ$

бўлса мосламани номи радиалли бўлади, агар  $\theta = 0^\circ$  да ўкли номли мослама бўлади (35г-расм).

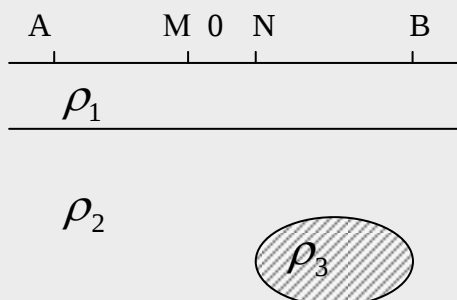
Бу мосламалар ишлатилганда солиштира қаршилик  $\rho = k \frac{\Delta u}{J}$  формула бўйича ҳисобланади:

$$k = \frac{2\pi R^3}{AB \cdot MN} \text{ - азимутал мосламанинг коэффиценти,}$$

$$k = \frac{\pi R^3}{AB \cdot MN} \text{ - радиалли мосламанинг коэффиценти.}$$

### Туюлувчи солиштира қаршилик

Бир жинсли муҳитнинг устида ўлчовлар ўтказилганда  $\rho = k \frac{\Delta u}{J}$  ифода ёрдамида солиштира қаршиликни ҳақиқий қиймати ҳисобланади. Агар, бир жинсли бўлмаган муҳитнинг устида ўлчовлар ўтказилса, ушбу ифодадан ҳисобланган қиймат туюлувчи солиштира ( $\rho_k$ ) қаршилик деб аталади, яъни



$$\rho_k = k \frac{\Delta u}{J}.$$

Бир жинсли бўлмаган кесим устида кузатувлар ўтказилсин. Туюлувчи солиштира қаршилик ( $\rho_k$ ) қиймати кесимдаги жинсларнинг қаршиликлар

36а – Расм

муносабатига, ётиш чуқурлигига ва ҳар хил электр ҳоссаларга эга бўлган киритишларнинг ўлчамларига боғлиқ. Туюлувчи қаршилиқ ( $\rho_k$ ) тоғ жинсларининг ўртача қиймати эмас, бу миқдор қатламларининг ҳақиқий солиштирма қаршилигига ва қалинлигига, ўлчовларга ишлатадиган мосламаларнинг турига ва ўлчамларига боғлиқ мураккаб функция бўлади.

Тўрт электродли симметрик мослама учун

$$\rho_k = \frac{\pi \cdot AM \cdot AN}{MN} \cdot \frac{\Delta u}{J} = \frac{\Delta u}{MN} \cdot \frac{1}{\frac{J}{\pi(AO)^2}},$$

бу ерда,  $MN$  - ўтказгичнинг узунлиги, яъни  $MN = \Delta l$ . Масофалар  $AM$  ва  $AN$  катта фарқ қилмаганда  $AM \cdot AN \approx AO^2$  деб ёзиш мумкин.

$$\frac{\Delta u}{MN} = \frac{\Delta u}{\Delta l} = E \quad - \quad \text{электр майдоннинг кучланганлигига тенг ёки } E = j_{MN} \cdot \rho_{MN}$$

(дифференциал кўринишдаги  $OM$  қонуни), бу ерда,  $j_{MN} - MN$  электродлар яқинидаги токнинг зичлиги;  $\rho_{MN} - MN$  электродлар яқинидаги солиштирма қаршилиқ.

Агар,  $\frac{J}{\pi(AO)^2} = j_o$  деб белгиланса, унда  $\rho_k = E \cdot \frac{1}{j_o} = j_{MN} \cdot \rho_{MN} \cdot \frac{1}{j_o} = j_{MN} \cdot \frac{\rho_{MN}}{j_o}$  га тенг бўлади.

Электродлар орасидаги  $MN$  ва  $AB$  масофалар ўзгармас бўлганда ва юқори қатлам бир жинсли бўлганда  $\frac{\rho_{MN}}{j} = const$ , яъни доимий бўлади.

Демак, туюлувчи қаршилиқ  $\rho_k$  қабул қилувчи  $MN$  электродлар атрофидаги токнинг зичлигига пропорционал бўлади, яъни  $\rho_k = j_{MN} \cdot \frac{\rho_{MN}}{j_o}$

Туюлувчи солиштирма қаршилиқ  $AB$  ва  $MN$  ларнинг ўзаро ҳолатига боғланиши билан ўзгаради.  $AB$  ва  $MN$  электродлар ўзаро жойлашишига боғланиши билан  $\rho_k$  ни ўрганиш муҳитнинг тузилиши бўйича маълумот беради ва қаршилиқ усуллариининг моҳиятини билдиради.

### **Қаршилиқ усуллариининг ўрганиш чуқурлиги**

Ўрганиш чуқурлиги электр токи муҳитга ўтиш чуқурлиги билан аникланади. Таъминловчи электродлар ( $A$  ва  $B$ ) орасидаги масофа қанча катта бўлса, шунча марта электр токининг ўтиш чуқурлиги катта бўлади. Бир жинсли муҳитда иккита таъминловчи  $A$  ва  $B$  электродларга юборилган электр токининг кўп қисми  $\frac{1}{2}AB$  масофага тенг бўлган ўтиш чуқурлигидан ортмайди. Тажриба далиллари бўйича электр токининг чўкинди жинслар кесимидан ўтиш чуқурлиги  $H \approx \frac{AB}{6 \div 10}$  га тенг (аникроғи Ўзбекистон учун  $H \approx 0,72AB$ ). Агар, юқоридаги қатлам тагида қаршилиги кичик бўлган жинслар ётганда токнинг ўтиш чуқурлиги катта бўлади. Агар, юқоридаги қатлам тагида қаршилиги катта бўлган жинслар (токни ёмон ўтказувчи жинслар) ётган бўлса токнинг ўтиш чуқурлиги кичик бўлади.

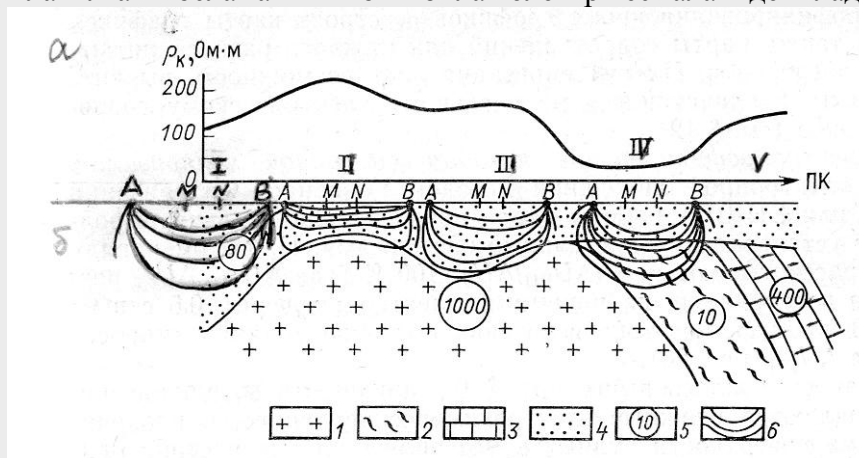
Шундай қилиб, қаршилиқ усулларида ўрганиладиган чуқурликни ошириш учун таъминловчи ва қабул қилувчи электродлар орасидаги масофа кенгайтирилади.

### Электр кесмалаш (электропрофиллаш ЭП)

Электр кесмалаш – бу қаршилик усули бўлиб, бунда берилган профиллар йўналишлари бўйича ўлчамлари ўзгармас бўлган мосламалар билан жинсларнинг солиштирма қаршиликларининг ўзгариши ўрганилади. Бу усулда таъминловчи  $AB$  электродлар орасидаги масофа иш пайтида ўзгармайди, бу эса профилнинг ҳамма нуқталари тагидаги тоғ жинсларининг тахминан доимий қалинлигини ўрганиш демакдир. Электр кесмалаш усули солиштирма қаршилик  $\rho$  горизонтал йўналиши бўйича фарқланганда қўлланилади. Ишлар ўтказганда  $J, \Delta u$  ўлчаниб,  $\rho_k = k \frac{\Delta u}{J}$  формула орқали ҳисобланади ( $k$  - мосламанинг коэффиценти).

Электр кесмалаш ҳар хил мосламалар билан; электродларнинг ҳар хил жойлашганлари бўлиб ёки уларни кўчириш усуллари бўйича фарқланади. Қўзатувлар натижаси мосламанинг қабул қилувчи  $MN$  электродлари орасидаги марказ  $O$  нуқтасига оид бўлади.

Амалда оддий тўрт электродли симметрик мослама кенг ишлатилади. Бундай мосламани ишлатганда электр кесмалашнинг номи симметрик электр кесмалаш деб аталади. Амалда, кўпинча, ишлатилган мосламанинг номи билан электр кесмалаш дейилади.



37 расм. Симметрик электропрофиллашни қўллаш мисоли.  
а-график; б-kesим; 1-отқинди жинслар; 2-сланецлар; 3-охақтошлар; 4-қоплама жинслар;  
5-солиштирма электрик қаршилик, Ом·м; 6-ток чизиклари.

### Тўрт электродли симметрик электропрофиллаш (ЭП)

Бунда тўрт электродли симметрик  $AMNB$  мослама ишлатилади ва кузатувлар пайтида бу электродлар орасидаги масофаларни ўзгартирмасдан кетма – кет пикетдан – пикетга кўчирилади ва қиймати ўлчанади. Ўлчанган  $\Delta u, J$  қийматлари бўйича ҳисобланган ва  $\rho_k = k \frac{\Delta u}{J}$  нинг профили бўйча графиги тузилади. 36 б – расмдаги мисолни қараб чиқамиз:

I. Биринчи ҳолатда электр майдони ҳеч нарса билан бузилмайди, чунки иккинчи қатлам катта чуқурликда жойлашган. Шунинг учун ўлчанган  $\rho_k$  келтирилган жинслар қаршилигига яқин бўлади, яъни  $\rho_k \approx 80$  Ом·м.

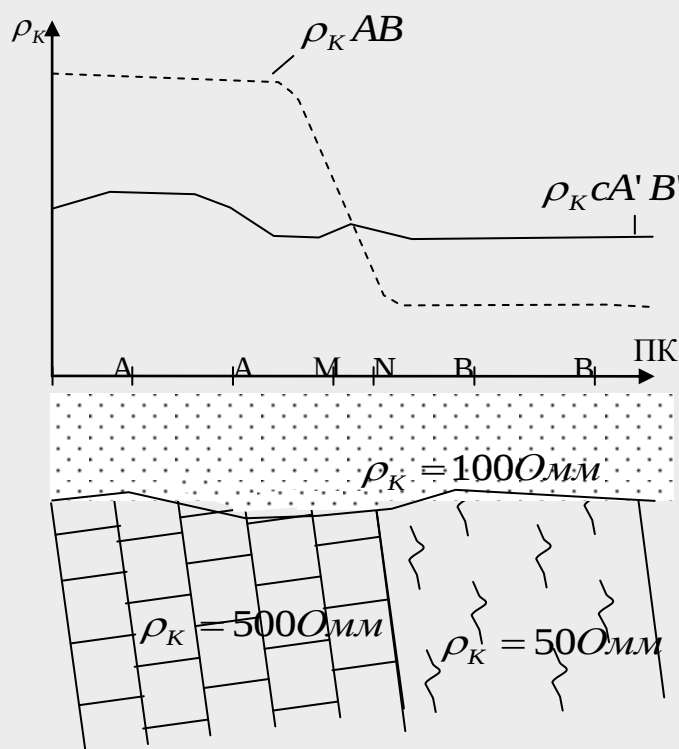
II. Иккинчи ҳолатда келтирилган жинслар тагида кичик чуқурликда токни ўтказмайдиган отқинди чиққан жинслар ётадилар. Улар ток чизикларини ўзига ўтказишга катта қаршилик кўрсатади ва юқарига (ер юзасига) юборишга ҳаракат қилади. Натижада  $MN$  электродлари атрофида ток зичлиги кўпаяди, бу эса  $\rho_k$  нинг ортишига олиб келади ва  $\rho_k$  келтирилган жинслар қаршилигидан катта бўлади.

III. Бу ҳолатда, отилиб чиққан жинслар катта чуқурликда ётгани учун ўлчанган  $\rho_k$  қиймати келтирилган жинсларнинг қаршилигига яқин бўлади.

IV. Тўртинчи ҳолатда биринчи қатлам тагида токни яхши ўтказадиган гилли сланецлар ётгани учун ток чизиқларини ўзининг ичига тортиб оладилар. Натижада  $MN$  электродлар атрофида ток зичлиги камаяди ва ўлчанганда  $\rho_k$  нинг қиймати биринчи қатламнинг қаршилигига нисбатан камаяди.

V. Охириги ҳолатда эса, биринчи қатлам тагида токни яхши ўтказмайдиган оҳактошлар ётгани учун ток чизиқлари ичига ўтишига катта қаршилик кўрсатадилар ва натижада,  $MN$  электродлар атрофида ток зичлиги ошгани учун, ўлчанган  $\rho_k$  нинг қиймати биринчи қатлам қаршилигига нисбатан катта бўлади (37 – расм ).

Натижада тузилган  $\rho_k$  нинг графигидан геоэлектрик кесим тўғрисида хулоса чиқариш мумкин, қаршиликлари ҳар хил бўлган тоғ жинсларининг контактларини аниқлаш мумкин.  $AMNB$  билан кесмалаш ҳар доим ишончли геоэлектрик кесимни бермайди. Кесимни аниқ ўрганиш учун кичик ва катта масофага эга бўлган таъминовчи чизиқлар (электродлар орасидаги масофа) билан кесмалар ўтказиш керак. Бунда,  $AA'MNB'B$  иккита таъминловчи чизмалари бўлган симметрик мослама ишлатилади. Бунда катта  $AB$  ва кичик  $A'B'$  масофали



37 – расм

мосламани ишлатганда  $\rho_k$  нинг иккита графиги чиқади (Расм 37). Бундай кесмалаш натижасида тоғ жинсларининг контактини аниқ топиш мумкин.

Электр кесмалашда кўшни ўлчов нуқталарнинг орасидаги масофаси  $MN$  масофага тенг қилиб олинади ва ўрганилаётган геологик жисмнинг кутилаётган энидан 4-5 марта кам бўлади.

Профиллар геологик жисмлар йўналишига кундаланг ўтказилади. Майдонли куза-тувларда профиллар орасидаги масофа текшириш масштабига боғлиқ ва жисмлар узунлигидан 3-4 марта кичик бўлади.

#### Градиентли мосламада

Агар,  $MN \ll AB$  бўлса (яъни

$$\frac{AB}{MN} = 40 \div 60) \text{ ва ўлчанаётган } \Delta i$$

электр майдони кучланишининг

градиентига пропорционал деб ҳисобласак бўлади. Иш вақтида  $AB$  масофа ўзгармайди,  $MN$  эса  $AB$  ораликда кўчирилади. Бунда кичик чуқурликда ётган жинслардаги кучсиз аномалияларни аниқлашга ёрдам беради.

#### Тоғ жинсларининг геоэлектрик кесими

Геоэлектрик кесим - солиштирма қаршилиги ҳар хил бўлган қатламлардан ташкил топган тоғ жинсларининг кўндаланг кесими. Геологик кесимдан геоэлектрикнинг фарқи, унда қаршилиги ҳар хил бўлган қатламларнинг орасида чегаралар борлигида бўлади. Бу чегаралар стратиграфик ҳамда геологик чегаралар билан тўғри келмаслиги мумкин. Геоэлектрик кесимдаги қатламларнинг солиштирма қаршиликлари қатлам оралиғида доимий миқдорлар

билан таърифланади ва чегараларда кескин ўзгарадилар. Бундай қатламлар электрик деб аталади. Геоэлектрик кесимда тадқиқот участкасининг ҳамма жойларида кузатилган ва юқорида ётган жинслардан солиштира қаршилиги етарли, кескин равишда фарқланадиган қатламнинг юзаси таянч электрик горизонти деб аталади.

Навбат билан ётган токни параллел қатламлардан ташкил этган геоэлектрик кесим қатламланиши бўйлаб ёки унга кўндаланг оққан электр токига кўрсатган қаршилиги ҳар хил бўлади. Геоэлектрик кесим анизотроп муҳитдир. Агар, ток қатламланишга перпендикуляр йўналиш бўйича оқса, бундай муҳитнинг солиштира қаршилиги максимал бўлади; агар, ток қатламланиши бўйича оқса солиштира қаршилиги энг кичик бўлади.

Электроразведкада "m" бир жинсли қатламлардан ташкил этган анизотроп муҳитнинг йиғинди кўндаланг қаршилиги  $T$  ни қараб чиқиш қабул қилинган,

$$T = \sum_{i=1}^m h_i \cdot \rho_i,$$

бу ерда  $h_i$  ва  $\rho_i$  - қатламларнинг қалинлиги ва солиштира қаршиликлари. Унинг ўлчов бирлиги  $OM \cdot M^2$  қабул қилинган.

Анизотроп муҳитнинг қатламланишига параллел оққан токка кўрсатган йиғинди солиштира қаршилиги қараб чиқилмайди. Унинг ўрнига қаршиликка тескари бўлган йиғинди бўйлама ўтказувчанлик  $S$  миқдор киритилади,

$$S = \sum_{i=1}^m \frac{h_i}{\rho_i}$$

унинг ўлчов бирлиги сименс (См) қабул қилинган. Кесимнинг  $\rho_n$  кўндаланг қаршилиги ва  $\rho_t$  бўйлама ўртача қаршиликлар қуйидаги формулалар билан аниқланади:

$$\rho_n = \frac{\sum_{i=1}^m h_i \rho_i}{\sum_{i=1}^m h_i} = \frac{T}{H}; \rho_t = \frac{\sum_{i=1}^m h_i}{\sum_{i=1}^m \frac{h_i}{\rho_i}} = \frac{H}{S},$$

бу ерда,  $H = \sum_{i=1}^m h_i$  - "m" қатламли кесимнинг йиғинди қалинлиги.

$\sqrt{\rho_n \cdot \rho_t} = \rho_m$  миқдорларни анизотроп муҳитнинг ўртача квадратли қаршилиги деб аташ қабул қилинган.

$$\rho_m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m h_i \rho_i}{\sum_{i=1}^m h_i / \rho_i}} = \sqrt{\frac{T}{S}} = \frac{\rho_n}{\lambda} = \lambda \cdot \rho_t$$

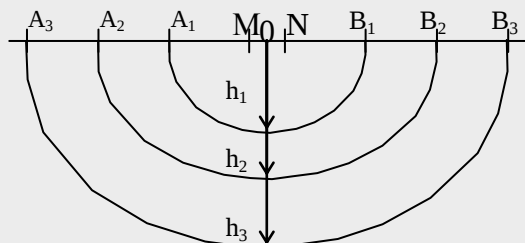
бу ерда  $\lambda = \sqrt{\rho_n / \rho_t} = \frac{\sqrt{TS}}{H}$  - анизотропия коэффиценти.

Муҳитнинг анизотропия коэффиценти кесимни ташкил этувчи қатламларнинг қалинликларига ва қаршиликлар нисбатига боғлиқ.

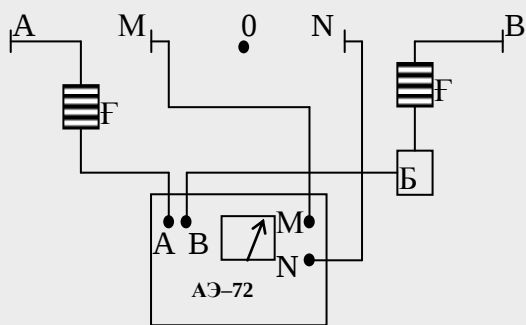
### **Тик электр азмойишлаш усули (ёки вертикал электр зондлаш (ВЭЗ))**

Тик электр азмойишлаш усули ёки вертикал электрзондлаш (ВЭЗ) усули кесимдаги тоғ жинсларининг солиштира қаршиликларини тик йўналиши, яъни чуқурлик бўйича ўзгаришларини ўрганишга асосланган.

ВЭЗ ни ишлаган пайтда, таъминловчи А ва В электродлар орасидаги масофа кетма-кет ортиб



боради.  $AB$  масофа ошганда ўрганилаётган чуқурлик ҳам ошади (38 –расм). Шунинг учун унинг номи ВЭЗ деб аталган. Ҳар хил  $AB$  ва  $MN$  масофалар билан  $\rho_k$  нинг қиймати ўлчанса, чуқурлик бўйича геоэлектрик кесимни ўрганиш мумкин. ВЭЗ усули 300-500м чуқурликкача ётган кесимларни ўрганиш учун қўлланилади.



39 –Расм.

Одатда, ишлар тўрт электродли градиентли симметрик мослама ёрдамида ўтказилади. Бу мосламадаги  $MN$  қабул қилувчи электродлар орасидаги масофа

$$\frac{AB}{3} \geq MN \geq \left( \frac{1}{20} \div \frac{1}{30} \right) AB$$

шартига тўғри келиши керак. Ўлчов нуқтаси "0" қабул қилувчи электродлар ( $M$  ва  $N$ ) ўртасида жойлашган бўлиб, иш пайтида ҳар доим бир жойда қолаверади. Ўлчов "0" нуқтасида АЭ – 72 асбоби ўрнатилади, сим билан ўралган ғалтаклар

ва батареялар (ўзгармас ток манбаи) жойлаштирилади (39-расм).

Таъминловчи ( $AB$ ) ва қабул қилувчи ( $MN$ ) электродлар тўғри чизик бўйлаб 0 нуқтага симметрик жойлашган ҳолда ерга қокилади ва схема йиғилади.  $AB$  таъминловчи электродларга ток юбориб унинг ток кучи ( $J$ ) ўлчанади.  $MN$  қабул қилувчи электродлар ёрдамида потенциаллар айирмаси ( $\Delta u$ ) ўлчанади.

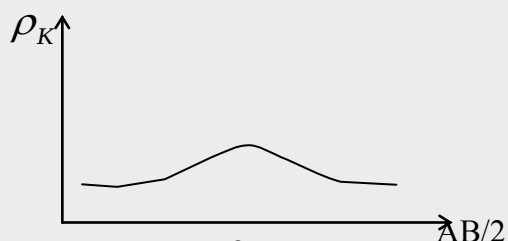
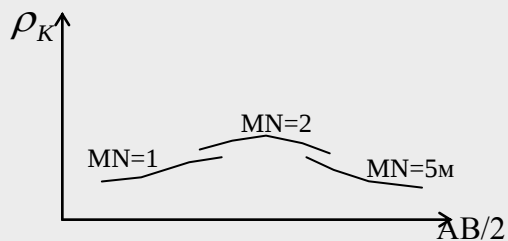
Кейин туюлувчи қаршилиқ  $\rho_k = k \frac{\Delta u}{J}$  формула орқали ҳисобланади, бу ерда,

$$k = \frac{\pi \cdot AM \cdot AN}{10 \cdot MN}.$$

( $\Delta u$  милливольтда,  $J$  эса сантиамперда ўлчанганлиги сабабли мосламанинг "к" қиймати 10 га бўлинади).

Бундан кейин таъминловчи электродлар орасидаги масофа кетма – кет орттирилади ва ҳар битта ҳолатига туюлувчи қаршилиқ  $\rho_k$  қиймати аниқланади.

$AB$  масофа иш пайтида геометрик прогрессия каби орттириб борилади,  $MN$  масофа ўзгармас бўлади. Лекин  $AB$  масофа катта бўлганда потенциаллар айирмасининг ( $\Delta u$ ) ўлчанган қиймати жуда кичик бўлиб кетади. Ўлчовнинг аниқлигини кўтариш учун  $MN$  масофани  $AB/3$  масофагача орттирилади.  $MN$  масофа ошганда, охириги иккита  $AB/2$  масофа қийматларига, олдинги  $MN$  масофага ҳам ўлчовлар олинади. Одатда  $AB/2$  масофа 1,5; 2,0; 3; 4,5; 5; 8; 10; 15; 25; 45; 60; 80; 100; 150; 250; 325; 500; 750; 1000; 1500; 2000; 3000м ва ҳаказо бўлиши мумкин.  $AB/2$  масофа 1,5 дан 4,5 м гача бўлганда  $MN$  масофа 1 м га тенг,  $AB/2$  масофа 4,5 дан 25 м гача бўлганда  $MN$  масофа 2 м га тенг,  $AB/2$  масофа 15 м дан 100 м гача бўлганда  $MN$  масофа 10 м га тенг бўлади ва ҳаказо.



40 – расм

Ҳар битта ўлчов "0" нуқтасига билогарифмик (икки улчовли логарифмик) масштабни қоғозда (бланкда) туюлувчи солиштирма қаршилиқ ( $\rho_k$ ) таъминловчи электродлар орасидаги масофанинг ярми ( $AB/2$ ) билан боғланиш график чизмаси тузилади (вертикал ўқи бўйича  $\rho_k$  нинг қиймати, горизонтал ўқи бўйича эса,  $AB/2$  қийматлари модули 6,25 см га тенг бўлган логарифмик масштабда белгиланади). Бу эгри чизик ВЭЗ эгри чизиги деб аталади(40-расм).

$MN$  масофа ўзгарган пайтидаги охириги иккита  $AB/2$  масофаларга икки хил  $MN$  масофага ҳисобланган  $\rho_k$  қийматлари тенг бўлмагани сабабли ВЭЗ чизиги узилган чизиклар билан кўрсатилади. Кейин бу чизик бўйича ўртача чизик ўтказилади ва яхлит эгри чизик чизилади. ВЭЗ даги тавсия қилинган  $AB/2$  ва  $MN/2$ нинг стандарт қийматлари ВЭЗ бланкларида келтирилган. Шу кузатув нуктада ўлчовлар ўтказилгандан сўнг, профилдаги бошқа кузатув нуктага кўчиб, ўлчовлар оборилади.

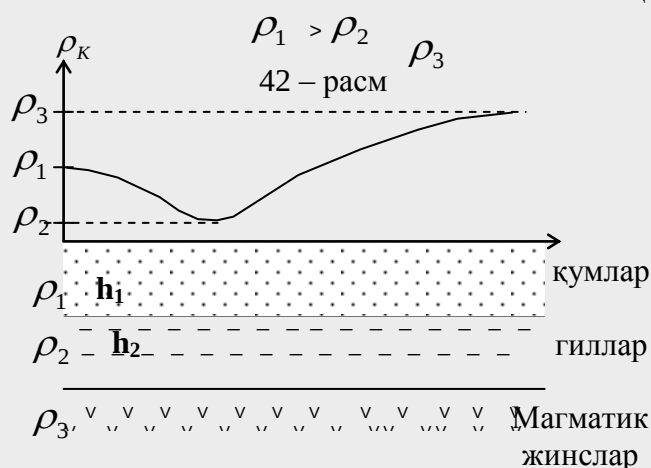
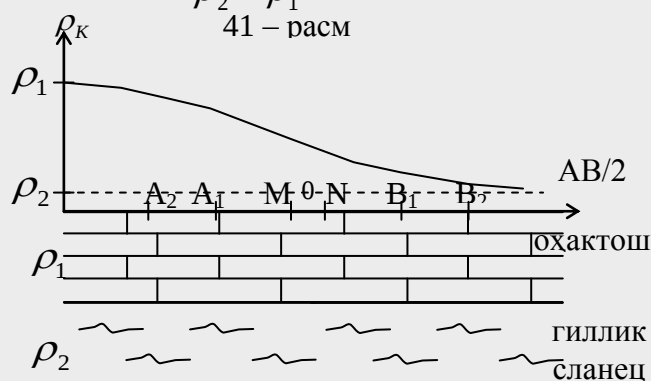
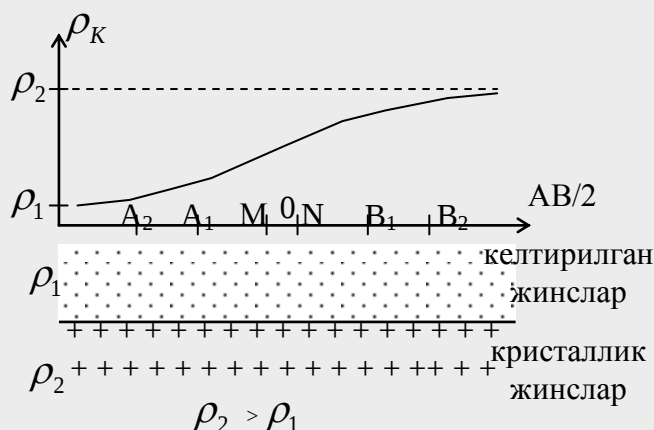
ВЭЗ ишлари профил бўйлаб ёки майдонда профиллар тармоғи бўйича ўтказилади.

ВЭЗ қатламли геоэлектрик кесимни ажратишга (қатламлар ётиш бурчаги  $20^0$ - $25^0$  гача) қўлланилади. ВЭЗ ёрдамида 300 – 500м чуқурликкача кесимлар ўрганилади. Катта чуқурликлар ДЭЗ усули ёрдамида ўрганилади. ДЭЗ усулида диполли мосламалар ишлатилади ва иш пайтида  $AB$  ва  $MN$  диполлар орасидаги  $R$  масофа ортади.

### ВЭЗ эгри чизикларининг турлари.

Турли геологик кесимлар ичида икки қатламли кесим энг оддий ҳисобланади.

1. Икки қатламли ВЭЗ чизиклари. Икки қатламли ВЭЗ чизиклари икки қатламли кесим устида кузатилади. Бунда биринчи қатлам қалинлиги  $h_1$ , иккинчи қатлам қалинлиги чексиз деб ҳисобланади.



а) Икки қатламли кесимда  $\rho_1 < \rho_2$  бўлсин, бу шароитга биринчи қатламда келтирилган жинслар иккинчисидан эса, кристаллик жинслар ётиши мумкин.

$AB$  масофа кичик бўлганда ўлчанган  $\rho_k$  нинг қиймати келтирилган жинсларнинг қаршилигига яқин бўлади, яъни  $\rho_k \approx \rho_1$ .  $AB$  масофа ортганда ток ер юзасига чекланишга ҳаракат қилади, чунки иккинчи қатлам токни ёмон ўтказиши ва қабул қилувчи  $MN$  электродлар атрофида ток зичлиги аста-секин ортади,  $\rho_k$  нинг қиймати биринчи қатлам қаршилигига нисбатан аста-секин ортади ( $\rho_k \geq \rho_1$ ). Бу шароитда ( $\rho_k$  жуда катта бўлганда, яъни  $\rho_1 / \rho_2 = M_1 \rightarrow \infty$  бўлганда  $\rho_k = f(AB/2)$  графикнинг пастки қисми абсцисса ўқида ( $AB/2$  ўқида) нисбатан  $45^0$  билан ётган тўғри чизикдан иборат бўлади.  $AB$  масофа анча катта бўлганда ( $AB \geq 10h_1$ ) ток иккинчи қатламга ўтади ва  $\rho_k \approx \rho_2$  га тенг бўлади. Натижада  $\rho_1 \leq \rho_2$  шароитга тўғри келган икки қатламли ВЭЗ нинг эгри чизиги тузилади (41 – расм).

б) Икки қатламли кесимда  $\rho_1 > \rho_2$  бўлсин. Бу шароитда биринчи қатламда оҳақтошлар, иккинчисидан гилли сланецлар ётиши мумкин.

$AB$  масофа кичик бўлганда ( $AB \leq h_1$ ) ўлчанган  $\rho_k$  нинг қиймати

оҳактошлар қаршилигига яқин бўлади. ( $\rho_k \approx \rho_1$ ).  $AB$  масофа ортган сари ток иккинчи токни яхши ўтказадиган қатламга (қаршилиги  $\rho_2$ ) кўпроқ ўтади ва  $\rho_k$  нинг қиймати  $\rho_2$  нинг миқдоригача камайиб боради (чунки қабул қилувчи  $MN$  электродлар атрофида ток зичлиги камаяди). Натижада  $\rho_1 > \rho_2$  шароитга тўғри келган икки қатламли ВЭЗ нинг эгри чизиғи тузилади (42 – расм). ВЭЗ нинг икки қатламли эгри чизиқларида  $AB/2 \rightarrow 0$  да  $\rho_k \rightarrow \rho_1$  га интилади;  $AB/2 \rightarrow \infty$  га интилганда  $\rho_k \rightarrow \rho_2$  га интилади.

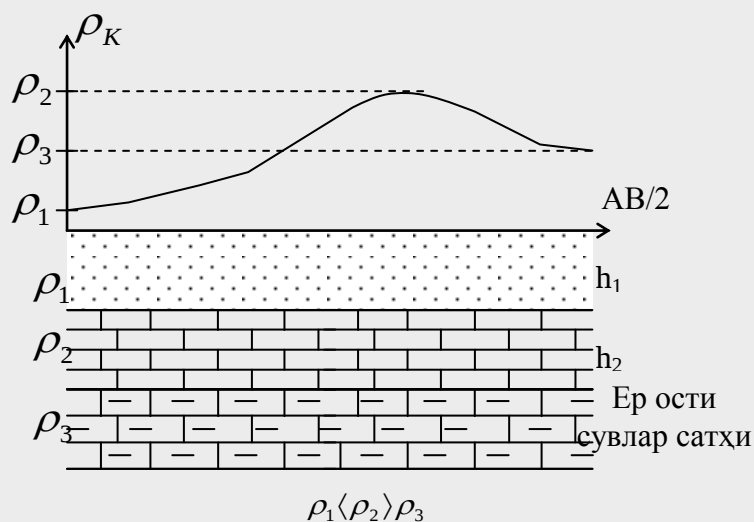
ВЭЗ усули  $\rho_1, \rho_2$  ва  $\rho_3$  солиштирма қаршилигига эга бўлганда ва  $h_1, h_2, h_3 = \infty$  калинлиги тенг бўлган кесим устида қўллансин.

## 2. Уч қатламли ВЭЗ чизиқлари.

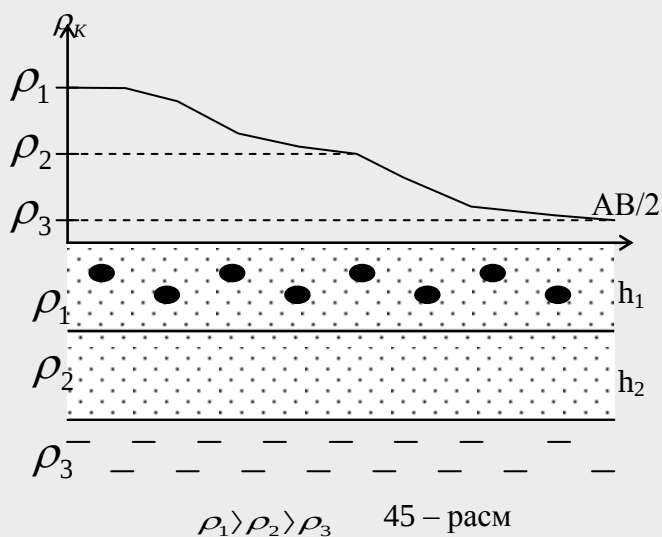
Уч қатламли кесимлар устида уч қатламли ВЭЗ эгри чизиқлар кузатилади. Бунда, тўртта турли кесимлар ва ВЭЗ эгри чизиқлари кузатилиши мумкин.

а) Уч қатламли кесимда  $\rho_1 > \rho_2 < \rho_3$  шароит тўғри келсин. Бу шароитда, масалан биринчи қатламда қумлар, иккинчи қатламда гиллар, учинчи қатламда магматик жинслар ётиши мумкин (расм 43).

Таъминловчи электродлар орасидаги масофа  $AB$  кичик бўлганда ўлчанган  $\rho_k$  қиймати  $\rho_1$  қийматига интилади ( $\rho_k \approx \rho_1$ ) ва  $AB$  ошган сари ток  $\rho_2$  қийматли токни яхши ўтказадиган гилларга (иккинчи қатламга) кўпроқ ўтади ва  $MN$  электродлар атрофида ток зичлиги камаяди, натижада  $\rho_k$  қиймати  $\rho_1$  қийматидан камаяди.



44 – расм



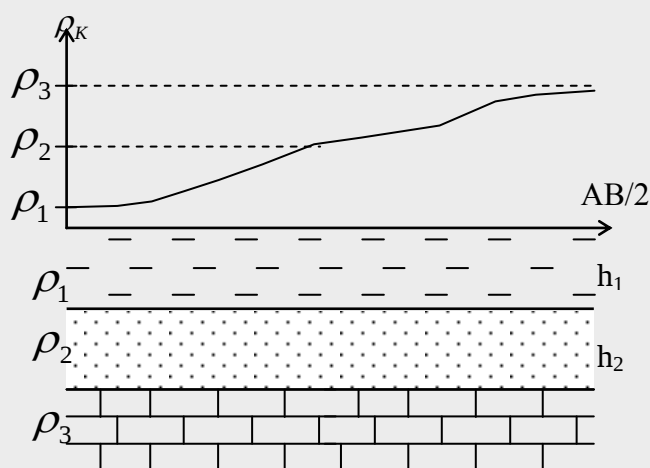
45 – расм

$AB$  масофа катта бўлганда, ток қаршилиги катта бўлган, токни ёмон ўтказадиган учинчи қатламдан четланади бу эса,  $MN$  электродлар атрофида ток зичлигини ортишига олиб келади. Ток зичлиги ошганда  $\rho_k$  қиймати ҳам ортади. Жуда катта масофаларда ток учинчи қатламга ўтади ва  $\rho_k$  қиймати магматик жинслар қаршилигига интилади, яъни  $\rho_k \approx \rho_3$  натижада ВЭЗ нинг уч қатламли «Н» - тури деб аталган чизиғи кузатилади (43 – расм). Иккинчи қатламнинг қалинлиги  $h_2$  катта бўлиб, унинг қаршилиги  $\rho_2$  биринчи  $\rho_1$  ва учинчи  $\rho_3$  қатламларнинг қаршиликларига нисбатан анча фарқ қилганда  $\rho_k$  нинг кичик қаршилик билан чизилган зонаси аниқ кўриниб туради. Иккинчи қатламнинг  $h_2$  қалинлиги биринчи қатламларнинг  $h_1$  қалинлигига нисбатан катта бўлганда,  $\rho_k$  нинг кичик қаршилик билан чизилган зонаси кенг бўлади ва қиймати иккинчи қатламнинг ҳақиқий  $\rho_2$  қаршилигига яқинлашади, яъни  $h_2 \rightarrow \infty$  га интилганда  $\rho_k \rightarrow \rho_2$  қийматга интилади.

Агар,  $h_2$  нинг қалинлиги  $h_1$  қалинлигига нисбатан кичик бўлса,  $\rho_k$  нинг кичик қаршилиқ билан чегараланган зонаси қисқаради ва  $h_2 \rightarrow 0$  га интилганда уч қатламли ВЭЗ нинг эгри чизиғи кичик қатламли эгри чизикқа айланади.

б) Кесимда  $\rho_1 < \rho_2 < \rho_3$  шароити тўғри келсин. Кесимда биринчи қатламда келтирилган жинслар, иккинчи қатламда юқори қисми куруқ, паст қисми сувга тўйинган оҳактошлар ётган бўлсин. Бу икки қатламли литологик кесимни уч қатламли геоэлектрик кесим деб кўриш мумкин, чунки сувга тўйинган оҳактошларнинг  $\rho_3$  солиштирма қаршилиғи устида ётган куруқ оҳактошлар  $\rho_2$  солиштирма қаршилигидан кичик бўлади.

Келтирилган кесим устида ВЭЗ ишлари олиб борилганда уч қатламли «К» - тури деб аталган эгри чизик кузатилади (44 – расм). «К» тури ВЭЗ эгри чизиклари ўзига ҳос хусусиятига эга.  $\rho_k$  нинг катта қаршилиқ билан кузатилган зонаси иккинчи қатламнинг  $\rho_2$  қаршилиғига ва  $h_2$  қалинлигига боғлиқ. Агар иккинчи қатламнинг қалинлиги  $h_2$  катта ва  $\rho_2$  қаршилиқ  $\rho_1$  ва  $\rho_3$  дан анча катта қаршилиқ билан кузатилган зонаси кенг ва  $\rho_k$  нинг максимал қиймати  $\rho_2$  га яқин бўлади. Агар,  $h_2$  ва  $\rho_2$  камайиб борса, эгри чизикда иккинчи



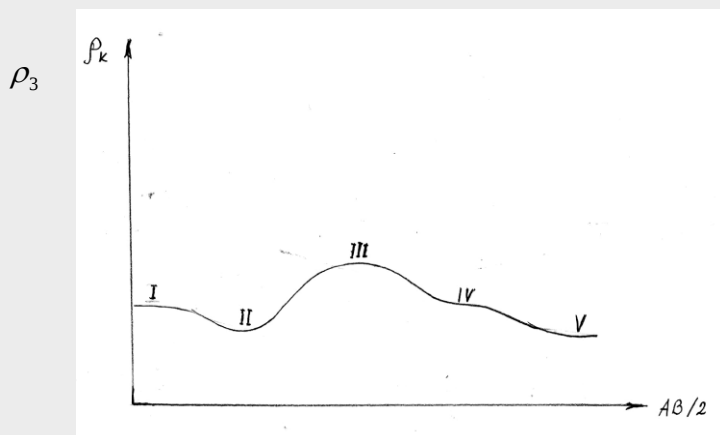
46 – Расм

қатламнинг кузатилган зонаси қисқаради ва  $\rho_k$  нинг максимал қиймати ҳам камаяди. К турли ВЭЗ эгри чизикларининг  $\rho_k$  нинг максимал қийматининг нуқтаси иккинчи қатламнинг остки чегарасига нисбатан чуқурроқда ( $AB/2$  ўқи бўйича каттароқ қийматларида) белгиланади ва бундай ҳодиса  $h_2$  ва  $\rho_2$  қийматларига боғлиқ. Қаршилиқ  $\rho_2$  нинг максимал қийматининг б нуқтаси ҳам шунча каттароқ  $AB/2$  қийматларида кузатилади.

в) Уч қатламли кесимларда  $\rho_1 > \rho_2 > \rho_3$  шароит тўғри келсин. Бу шароитга биринчи қатламда ғўла тошлар (шағал), иккинчи қатламда

қумтошлар ва учинчи қатламда гиллар ётиши мумкин.

Бундай кесим устида ВЭЗ ишлари натижасида уч қатламли «Q» - тури деб аталган эгри чизик кузатилади (45 – расм). Q тури ВЭЗ эгри чизиклар кўриниши  $h_2$  ва  $\rho_2$  қийматларига боғлиқ иккинчи қатламнинг қалинлиги  $h_2$  катта бўлиб  $\rho_2$  қаршилиқ  $\rho_1$  ва  $\rho_3$  лардан кўп фарқ қилмаганда  $\rho_k$  нинг эгри чизиғида бу қатламнинг борлигига сезиларли ўзгариш



киритилмайди. Агар,  $\rho_2$  қаршилиқ  $\rho_1$  ва лардан кўп марта фарқ қилса ва  $h_2$  қаршилиқ биринчи қатламнинг  $h_1$  қалинлигидан 5 мартадан ортиқ бўлса, эгри чизикда иккинчи қатлам қисқа ажратиб кузатилади.

г) Уч қатламли кесимда  $\rho_1 < \rho_2 < \rho_3$  шароит тўғри келсин. Кесимда биринчи қатламда

47 – Расм.

гиллар, иккинчи қатламда қумтошлар,

учинчи қатламда оҳактошлар ётган бўлсин. ВЭЗ ишлари ўтказилганда бу кесим устида уч қатламли «А» - тури деб аталган эгри чизик кузатилади (46 – расм). Бундай кесимда АВ электродлар орасидаги масофа ортиши билан  $\rho_k$  нинг қиймати ҳам ортади. Агар, учинчи қийматнинг  $\rho_3$  қаршилиги жуда катта бўлса, ( $\rho_3 \rightarrow \infty$ ), унда эгри чизикнинг пастки қисми (асимптотаси) АВ/2 ўқиға  $45^\circ$  билан ўтган тўғри чизик билан кузатилади.

Агар, тўртта ёки кўп қатламли кесим устида ВЭЗ ишлари ўтказилганда тўртта ёки кўп қатламли эгри чизик кузатилинади (расм). Тўртта ёки кўп қатламли эгри чизикларнинг тури уларни ташкил этган уч қатламли эгри чизиклар турларининг ҳарфлари билан белгиланади (47 – расм).

I, II, III – қатламлар “Н” – турини яратади.

II, III, IV – қатламлар – “К” – турини яратади.

III, IV, V – қатламлар – “Q” – турини яратади.

Шундай қилиб расмда келтирилган эгри чизик “НКQ” турдаги беш қатламли эгри чизик деб аталади.

ВЭЗ эгри чизикларининг кўриниши (шакли)  $\rho_2 / \rho_1 = \mu_1; \rho_3 / \rho_1 = \mu_2; \dots; \rho_{i+1} / \rho_1 = \mu_i$  нисбатлар қийматларига ва  $h_2 / h_1 = \nu_1; h_3 / h_1 = \nu_2; \dots; h_i / h_{i+1} = \nu_i$  нисбатлар қийматларига боғлиқ.

### **Диполли электр азмойишлаш (зондлаш) – ДЭЗ**

Катта чуқурликларни ўрганиш учун ( $\geq 300$  м) баъзи аниқ геоэлектрик шароитда таъминловчи А ва В электродлар орасидаги АВ масофани 10 км гача орттириш керак бўлади. Бундай катта масофаларда ВЭЗ ишларини ўтказиш жуда қийин. Ушбу шароитда диполли мосламалар ишлатилади. Таъминловчи АВ ва қабул қилувчи MN диполларнинг марказлари орасидаги  $R = 00^1$  масофани ўзгартириб (орттириб) туюлувчи солиштирма қаршилиқни ( $\rho_k$ ) ўлчаш, кузатувлар услуби диполли электр азмойишлаш (зондлаш) – ДЭЗ деб аталади. Диполларнинг ўзаро жойлашиши бўйича ҳар хил диполли мосламалар тури мавжуд;

а) азимутал мослама, б) радиал, в) ўқли, г) экваториал.

Энг катта чуқурлик  $\Theta = 60^\circ$  га тенг бўлган азимутал мослама ёрдамида ўрганилади. Амалда кўпинча экваториал мослама ишлатилади. Ишлар, икки қабул қилувчи  $M_1N_1$  ва  $M_2N_2$  диполлар, таъминловчи АВ диполнинг икки томонида экваториал (симметрик) жойлашган ҳолда олиб борилади. Ўлчовлар олдин  $M_1N_1$  дипол билан олиб борилади, кейин эса  $M_2N_2$  билан ва иккита  $\rho_k$  қиймати  $\rho_k = k \frac{\Delta u}{J}$  формула бўйича ҳисобланади, бу ерда  $k = 0,628 \frac{R^3}{AB^2}$  - азимутал мосламанинг коэффиценти ва иккита  $\rho_k$  қийматларидан ўртачаси ҳисобланади. Бундан сўнг,  $M_1N_1$  ва  $M_2N_2$  ҳолатлар ўзгартирилади. Ўлчанган  $\rho_k$  қийматлари бўйича билогарифмик масштабда ВЭЗ бланкасида ДЭЗ эгри чизиклар курилади. Абсцисса ўқида R (азимутал ва экваториалли зондлашда) ёки  $R/2$  (радиалли ва ўқли зондлашда), вертикал ўқида  $\rho_k$  қийматлари белгиланади (ўртача  $\rho_k$  қийматлари бўйича).

Ўлчов натижаларида АВ диполдан MN диполнинг ўртасида жойлашган нуқтага келтирилади.

### **Ундалган кутбланиш усули билан зондлаш (ВЭЗ-УП)**

Бу усулда туюлувчи кутбланиш коэффиценти  $\eta_k$  ва туюлувчи солиштирма қаршилиқ  $\rho_k$  нинг чуқурлик бўйича ўзгариши ўрганилади. Услуби ВЭЗ усулига ўхшаш. Ток ўтказган вақтида қабул этувчи MN электродлар ёрдамида потенциаллар айирмаси  $\Delta u_{\text{ўт}}$  ва таъминловчи

AB электродлардаги ток кучи  $J$  ўлчанади. Кейин ток ўчирилгандан сўнг 0,5 ёки 1 секунддан кейин MN электродлардаги  $\Delta u$  потенциаллар айирмаси ўлчанади ва

$$\eta_k = \frac{\Delta u_{yn}}{\Delta u_{\dot{y}m}} \cdot 100\%$$

ҳар бир  $AB/2$  масофа учун ҳисобланади. Ундан ташқари  $\rho_k$  ҳам ҳисобланади  $\rho_k = k \frac{\Delta u_{\dot{y}m}}{J}$ ;  $\eta_k = f(AB/2)$  ва  $\rho_k = f(AB/2)$  ўзгариш эгри чизиклари (биологарифмик масштабда) тузилади.  $\rho_k$  ва  $\eta_k$  эгри чизикларни миқдорли талқин қилиш натижасида қатламлар қалинлиги, қутбланиш ва солиштирма қаршиликлари аниқланади.

### **ВЭЗ ва ДЭЗ натижаларини талқин қилиш**

Талқин қилиш сифатли ва миқдорий бўлади. Сифатлида  $\rho_k$  эгри чизиклардаги геоэлектрик горизонталар белгиланади ва геологик қатламлар билан боғланади. Сифатли талқин қилишда ўрганилган майдоннинг геоэлектрик кесими, таянч горизонтларини жойлашиш ҳолати (ўрганган майдон бўйича қалинлиги катта ва етилган, қаршилиги катта ёки кичик бўлган геоэлектрик горизонтлар) бўйича тасаввур қилиш мумкин. Бунда туюлувчи қаршиликлар кесими (ёки  $\rho_k$  кесими), ВЭЗ эгри чизиклар S ва T хариталари тузилади. Туюлувчи қаршиликлар кесимини тузиш учун профилдаги кузатув нуқталари тагида вертикал ўқи бўйича логарифмик масштабда (модули 6,25 см) ишлатилган  $AB/2$  масофаларга тенг бўлган нуқталар белгиланади ва  $\rho_k$  нинг қийматлари ёзилгандан сўнг, изоом бу солиштирма қаршиликлари тенг бўлган нуқталарни бирлаштирувчи чизиклар ўтказилади. Бу кесимда солиштирма қаршиликлар ўзгариши бўйича жинсларнинг литологик – фацциал ўзгариш тавсифи ўрганилади. Қурилган изоом кесимида, таҳлил қилиш натижасида, қаршилиги кичик ва катта бўлган электр горизонтлар белгиланади, уларни профил бўйлаб ётиш ҳолатини ўзгариши ўрганилади, мавжуд бўлган тектоник бузилмалар ажратилади.

Миқдорий талқин қилишда ҳар бир ВЭЗ эгри чизиклари бўйича  $\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_n$  қатламларнинг қаршиликлари ва  $h_1, h_2, \dots, h_{n-1}$  қалинликлари аниқланади.

### **ВЭЗ чизикларини қайта ишлаш (миқдорий талқин қилиш)**

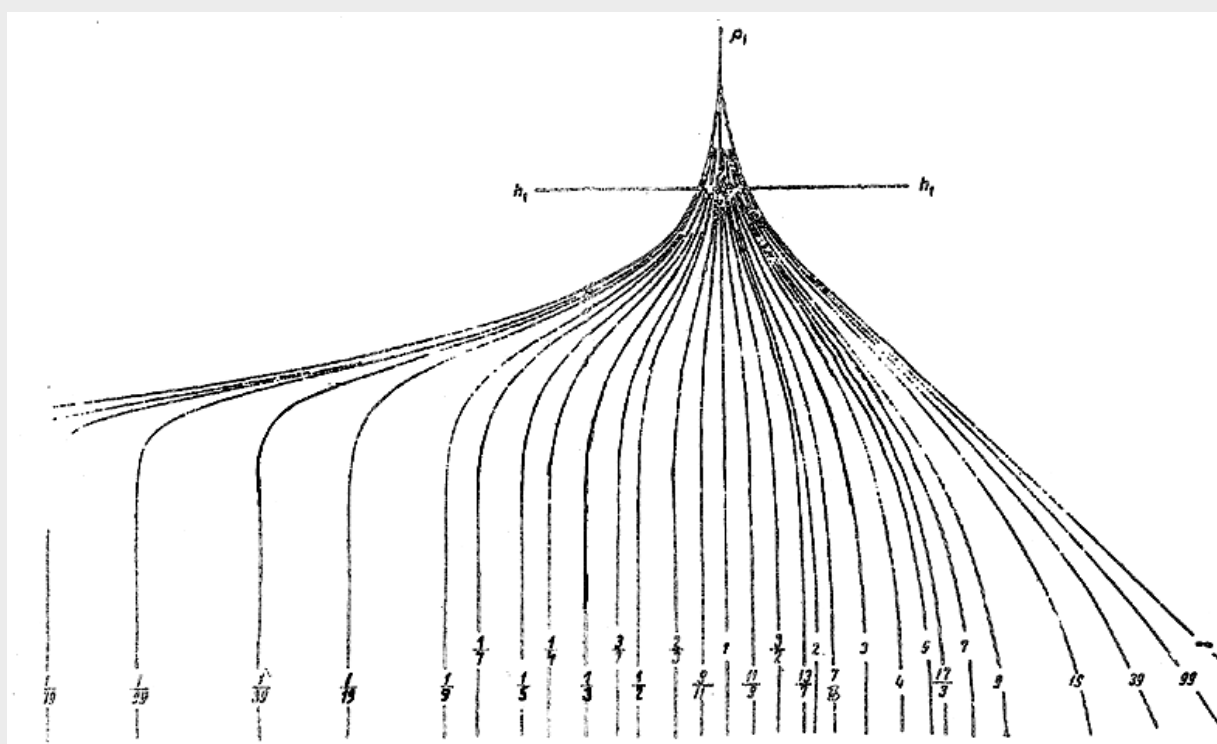
ТЭА (ВЭЗ) эгри чизикларини талқин қилишда геоэлектрик кесимдаги қатламларнинг қалинлиги ва солиштирма қаршилиги аниқланади.

Талқин қилишнинг усуллари; палетка, ЭХМ ёрдамида, статистик бўлади. Палетка усули кенг қўлланилади. Палеткаларда қатламлар қаршилиги ва қалинлиги ҳар хил бўлган кесмаларга назарий ВЭЗ эгри чизиклар тўпламлари йиғилган (ВЭЗ тўғри масаласи).

### Икки қатламли чизикларни талқин қилиш.

Бунда  $h_1=1$  ва  $\rho_1=1$  тенг бўлган ва  $\mu_1 = \rho_2 / \rho_1$  (чизманинг индекси) ҳар хил қийматлари учун назарий эгри ВЭЗ чизикларининг тўпламлари (палетка) билан далада кузатилган амалий эгри чизик солиштирилади. Солиштириш хитой қоғозига чизилган амалий эгри чизик палеткадаги қайсидир назарий чизик билан биргаликда яхши устма-уст тушганигача ўтказилади. Солиштириш вақтида палетка ва амалий чизикларнинг координата ўқлари бири-бирига параллел ҳолатда бўлишлари керак. Чизмалар яхши устма-уст тушганда палеткадаги координаталар  $h_1$  ва  $\rho_1$  чизикларнинг кесишиш нуқтаси белгиланади (палетканинг крести) ва палеткадаги чизикнинг индекси  $\mu_1$  ҳам белгиланади (амалий чизикда). Крест бўйича координата ўқидан биринчи қатламнинг қалинлиги  $h_1$  ва унинг қаршилиги  $\rho_1$  аниқланади. Иккинчи қатламнинг қаршилиги  $\rho_2$  чизманинг ассимтотасидан аниқланади ёки  $\rho_2 = \mu_1 \cdot \rho_1$  формула билан ҳисобланади ва баҳоланади (ассимтотага чиқмаган бўлса). (48 – расм)

### Уч қатламли чизикларни қайта ишлаш



48 – расм. Икки қатламли палетки

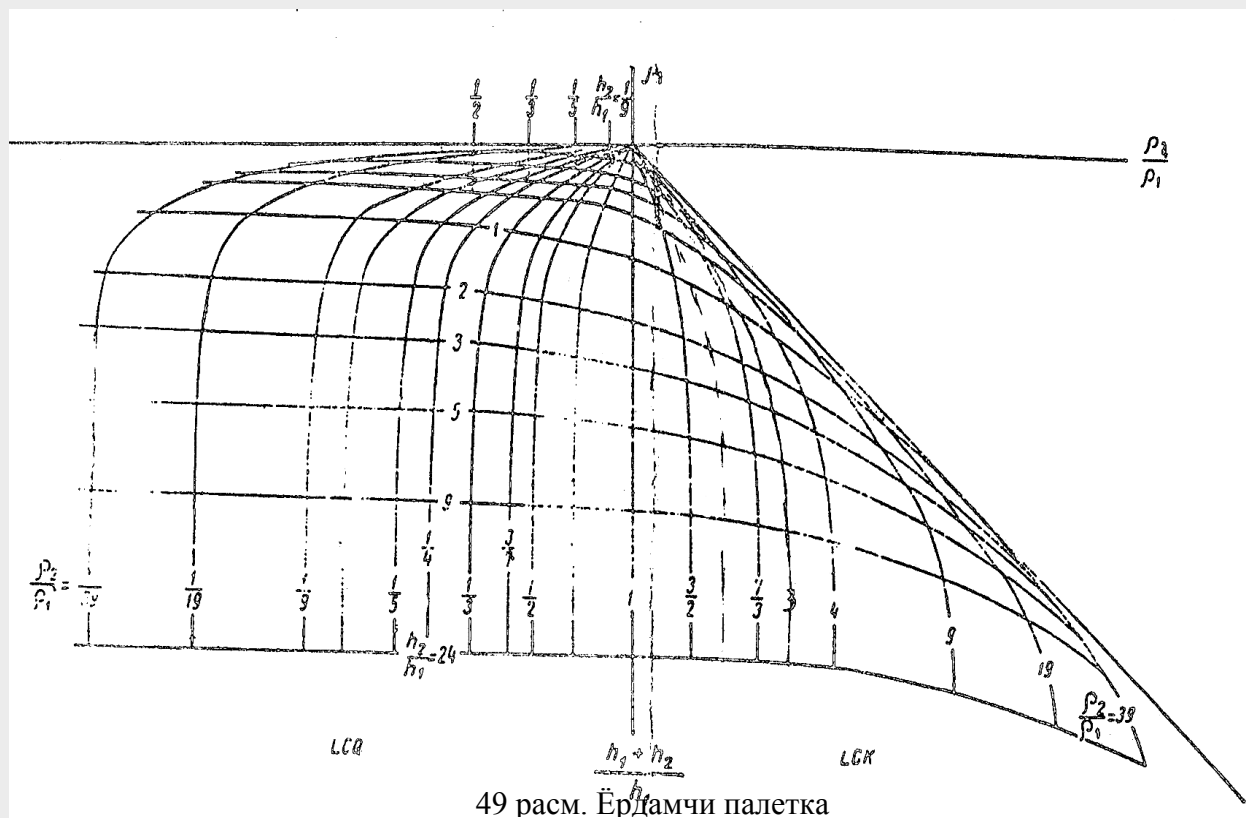
еткалар ёрдамида ўтказиш мумкин. Ёрдамчи палеткалар юқорида ётган иккита қатламни битта эквивалент қатлам деб ҳисоблаб, унинг қаршилиги  $\rho_3 / \rho_{\text{экс}} = \mu$  ва қалинлиги  $\left( v = \frac{h_3}{h_{\text{экс}}} \right)$  ҳар хил қийматлари учун ҳисобланган.

$LCH, LCA, LCK, LCQ$  - палеткалар мавжуд.

у  
ч  
та  
қ  
ал  
ам  
л  
и  
э  
гр  
и  
ч  
из  
ик  
лар  
ар  
п  
ал  
ет  
к  
ас  
и  
ни,  
ик  
к  
и  
қ  
ал  
ам  
л  
и  
ва  
ёр  
дам  
чи  
и  
п  
ал

## Ёрдамчи палетка билан қайта ишлаш

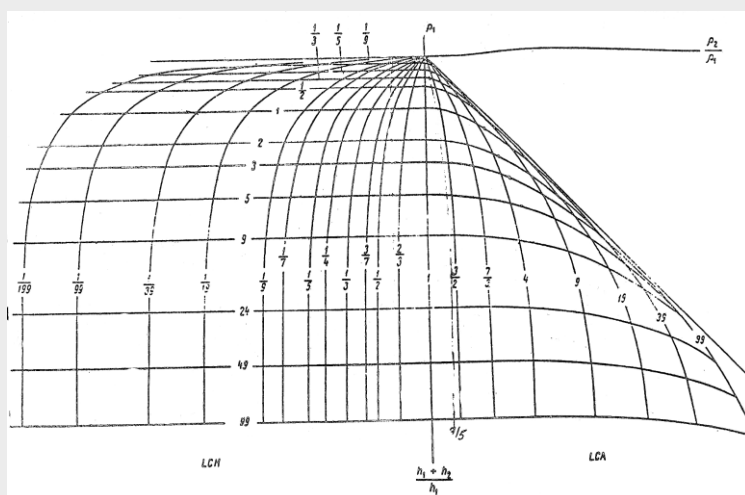
1



Ик  
ки  
қал  
амл  
и  
пал  
етк  
а  
ёрд  
ам  
ида  
учи  
нчи  
қат  
лам  
га  
эът  
ибо  
р  
бер  
мас

дан  $h_1$ ,  $\rho_1$ ,  $\mu_1$  аниқланади.

2. Амалий эгри чизикдаги  $\rho_1$  ва  $h_1$  координаталар кесишиш нуктасини турли ёрдамчи палетканинг крести билан (солиштириб) устма-уст жойлаштириб  $\mu_1$  индексли чизикни палеткадан амалий эгри чизикнинг хитой қоғозига кўчириб олинади (50а– расм).

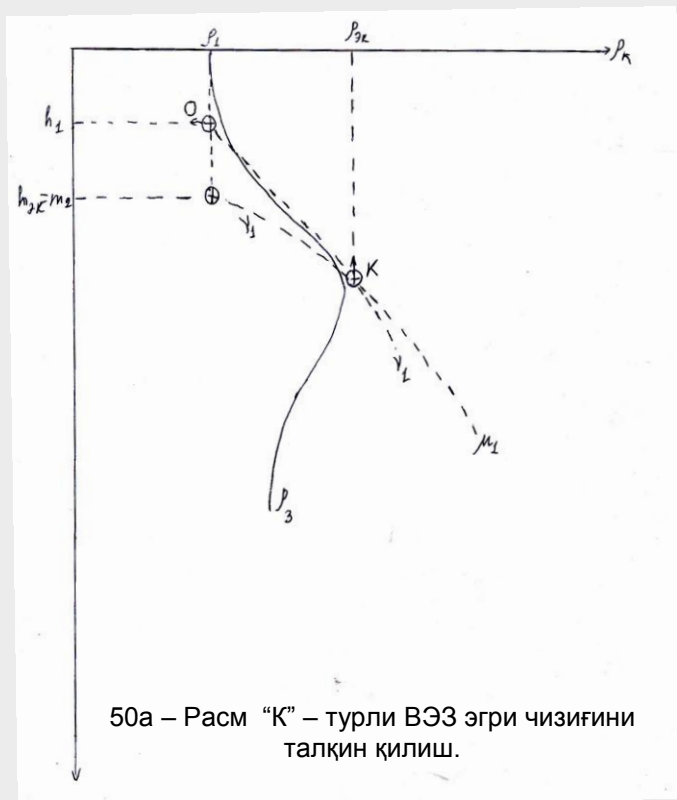


50а – Расм

3. Кейин амалий чизикни, яъни икки қаламли палеткага қўйиб, палетканинг крест  $\mu_1$  чизик бўйлаб кўчирган вақтида амалий ВЭЗ чизигининг пастки қисми (учинчи қатламга тааллуқли қисмини) қайсидир назарий чизик билан устма – уст яхши тушгунгача кўчирилади ва палетканинг крести амалий чизикда белгиланади ва назарий чизикнинг индекси  $\mu_2$  аниқланади. Бу крест бўйича эквивалент қатламнинг қаршилиги  $\rho_{экв}$  аниқланади. Н – турли чизмаларга эквивалент қатламнинг қалинлиги  $m_2 = h_1 + h_2$  га тенг. Хақиқий иккита

қатламларнинг қалинлигига нисбатан "А" ва "К" турли чизмаларда " $m_2$ " катта, "Q" турли чизмаларда эса кичик бўлади.

4. Қалинлик " $m_2$ " ни аниқ топиш учун амалий чизикни ёрдамчи палеткага қўйиб эквивалент нуқтадан ўтадиган  $\nu_1$  чизикни кўчириб олилади. Бу чизикнинг  $\rho_1$  (биринчи қатлам координатаси) чизик билан кесишиш нуқтаси  $m_2 = h_1 + h_2$  ни аниқлаб беради ёки  $h_2 = \nu_1 \cdot h_1$  формуладан ҳисобланади (50а – расм). Учинчи қатламнинг қаршилигини  $\mu_2 = \rho_3 / \rho_{экв1}$  дан аниқланади  $\rho_3 = \rho_{экв1} \cdot \mu_2$ .

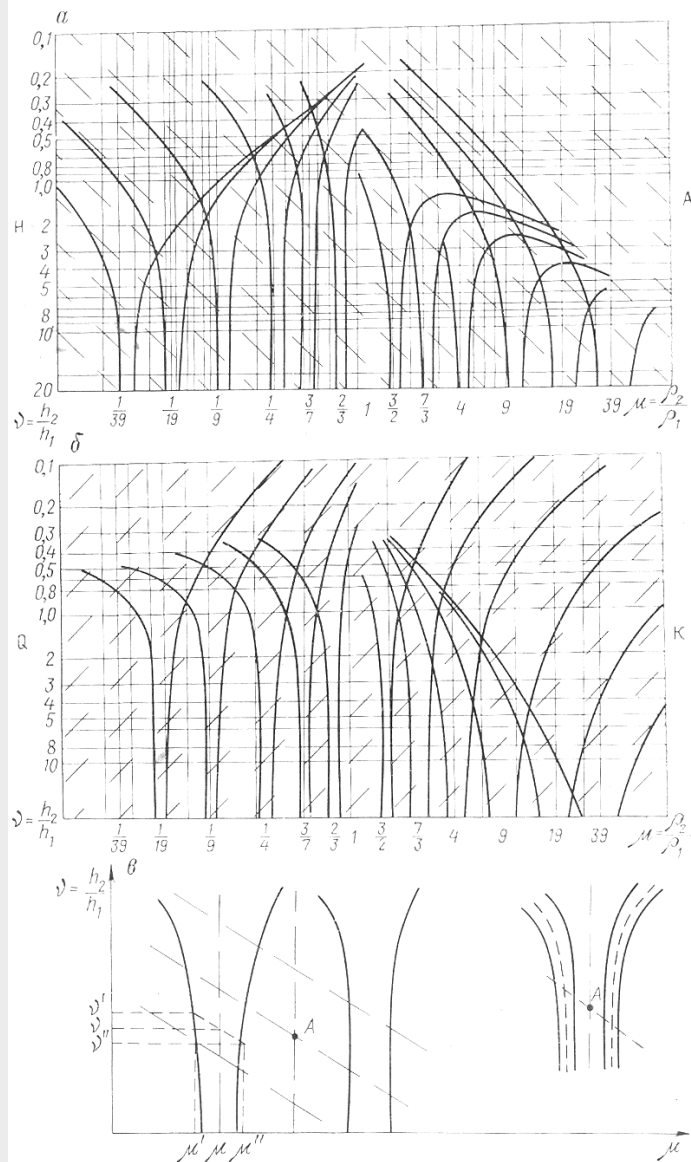


Иккинчи қатламнинг қалинлиги катта бўлганда, яъни  $\nu > 5-10$  бўлганда  $h_2$  қиймати ҳақиқий қийматига тўғри келади,  $\nu < 5$  бўлганда эса  $h_2$  миқдори ҳақиқийдан анча фарқланиши мумкин.

Кесимдаги иккинчи қатламнинг қалинлиги ва қаршилиги кичик бўлганда, унинг ўрнига қалинлиги ва қаршилиги "n" марта кичик бўлган қатламни алмаштирилганда ВЭЗ эгри чизиги ўзгармайди. Қаршилиги катта бўлган юпқа қатламнинг ўрнига "n" марта қалинлиги кичик, қаршилиги "n" марта катта бўлган қатлам билан алмаштирилганда ВЭЗ эгри чизиги ўзгармайди. Шундай ҳодиса қаршилиги кичик ёки юқори бўлган юпқа қатлам бўлган кўп қаламли кесимда ҳам кузатилади.

Оралик қатламнинг параметрлари (қалинлиги ва

қаршилиги) ўзгарган ҳолда ВЭЗ эгри чизикларни бир хил чиқиши эквивалентлик (принципи) асоси деб аталади. Оқибатда бундай далилларни талқин қилишнинг натижалари ноаниқ чизилганлигини билдиради. Бундай шароитда оралик қатлам қалинлиги ва қаршилигини  $\nu$  ва  $\mu$  миқдорлар ўзгариш оралиғи А.М. Пылаев тузган «эквивалентлик асосининг оралиғини аниқлаш номограммаси» бўйича баҳоланади (51 – расм).



51 – расм. Эквивалентлик асоснинг оралиғини аниқлаш намограммаси. а) Н ва А эгри чизиклари турларига б)  $\rho_3 = \rho_1$  ҳолга К ва  $\rho_3 = 0$  ҳолга Q турига в) эквивалентлик асоснинг оралиғини аниқлаш мисоли.

Агар  $\nu < 10$  бўлса иккинчи қатлам қалинлигини аниқ баҳолаш учун унинг қаршилиги  $\rho_2$  маълум бўлиши керак (масалан, каратаж кузатувлари натижасида аниқланган).

Агар,  $\rho_2$  аниқ бўлса, унда иккинчи қатлам қалинлиги топилади. Н ва А турлари чизикларга  $h_2 = \nu h_1 \rho_2 / \mu_1 \rho_1$ , К ва Q чизикларга эса  $h_2 = \nu h_1 \mu_1 \rho_1 / \rho_2$  формуладан топилади.

### **Уч қатламли чизикларни уч қатламли палеткалар ёрдамида қайта ишлаш.**

Назарий уч қатламли палеткалар чизиклар тури ва  $\rho_2 / \rho_1$  ва  $\rho_3 / \rho_1$  ва  $\nu_1 = h_2 / h_1$  нисбатларга боғлаб ҳисобланган ва тўпланган (Пылаев; Огильви ва бошқалар).

1. Икки қатламли палетка ёрдамида  $h_1$ ,  $\rho_1$  аниқланади ва  $\rho_2 / \rho_1 = \mu_1$  баҳоланади. Чизикнинг пастки қисмидан  $\rho_3$  белгиланади.

2. Аниқланган параметрлардан  $\rho_2 / \rho_1$  ва  $\rho_3 / \rho_1$  амалий чизикқа яқин бўлган назарий палетка танлаб олинади.

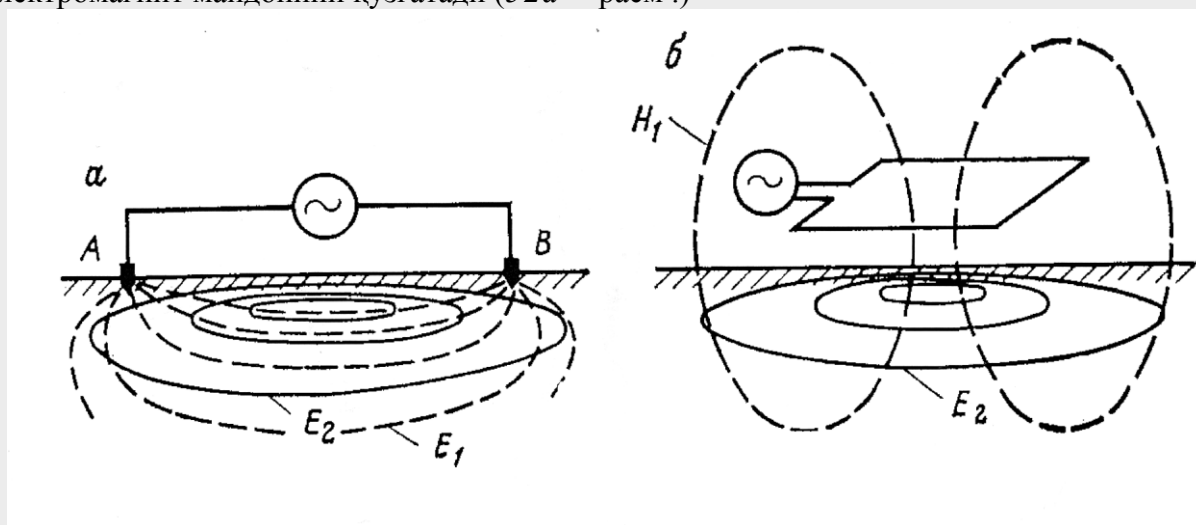
3. Амалий чизикдаги юқори асимптотасини палеткада  $\rho_1$  чизикқа жойлаштириб (палетка ва амалий чизикнинг координата ўқлари параллел ҳолатда) тик ҳолатда амалий чизикни – қайсидир назарий чизикқа устма – уст яхши жойлашгунга қадар кўчираимиз. Чизик

4.  $\rho_3$  пастки ассимптотаси бўйича баҳоланади.

## Паст частотали электр ток усуллари

Паст частотали усулларда 0,01 гц дан 10000 гц гача (инфра паст, паст ва ўрта) частоталар ишлатилади.

Гальваник усулларда электродлар – ертуташчилардан ўзгарувчан токни ерга ўтказиб, ерда дастлабки майдонни қўзғатади, у эса ўтказувчан муҳитда иккиламчи, индукцион электромагнит майдонини қўзғатади (52а – расм.)

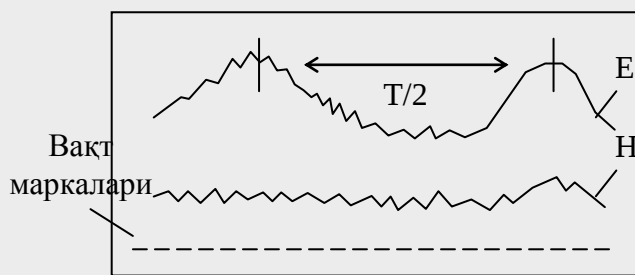


а – гальваник, б – индуктив; Н1, Е1 – дастлабки майдон; Е<sub>2</sub> – иккиламчи майдон

И  
ндук  
тив  
усул  
ида  
 ўзгар  
 увча  
 н ток  
 ертут  
 ашма  
 ган  
 сим  
 ўрал  
 ган  
 рамк  
 а ёки  
 халқ  
 адан

Дастлабки ва иккиламчи майдонлар йиғиндисининг Ер юзасида гальваник усули билан электр  $E$  таъсир этувчисини ёки индуктив усули билан магнит  $H$  таъсир этувчисини ўлчаш мумкин.

Теллурик тоқлар майдони ўзгарувчан электр  $E$  ва магнит  $H$  майдонларининг векторлари билан таърифланади.



53 – расм

Агар, орасидаги масофа ( $L$ ) бир неча ўн ёки юз метрлар бўлган ертуташтирилган  $MN$  электродларга электроразведканинг осциллографи уланган бўлса ва табиий потенциалларнинг ўзгаришини автоматик усулида фототасмага ёзиб олинса, унда теллуорограмма  $E$  чиқади (53 расм).  $E_{MN} = \frac{\Delta u}{L}$ , бу ерда  $\Delta u - MN$

орасидаги потенциаллар айирмаси бўлади.

$L-M$  ва  $N$  орасидаги масофа.  $E_{MN}$ . ТТ майдоннинг кескинлиги. Магнит ташкил этувчисини сезгир магнитометр ёрдамида ўлчаш мумкин. Магнитотеллурик майдонлар жуда паст частотага эга бўлиб, Ерда жуда катта чуқурликка (600-700 км) етиб боради.

ТТ майдонининг кескинлиги Қуёш активлиги (даври 11 йил), қуёшни ўқи атрофида айланиш даврида (27 кун) ва сутка давомида (эрталаб соат 6 да ва кундузи 16 да максимум қийматларга эга бўлади), яъни вақт мобайнида ҳамда  $E$  ва  $H$  векторлар йўналиши бўйича ўзгаради.

Магнитотеллурик майдонининг электрик  $E_x, E_y$  ва магнит  $H_x, H_y, H_z$  ташкил этувчилари ўлчанади. Бу параметрларнинг қийматлари геомагнит ва теллурик майдонлар вариациалларининг интенсивлигига ва геоэлектрик кесимни ташкил этган тоғ жинсларининг солиштирма қаршилигига боғлиқ. Ўзаро перпендикуляр электрик ва магнит ташкил этувчиларни ўлчаб, солиштирма қаршилиқни ҳисоблаб аниқлаш мумкин.

$$\rho_T = 0,2 \cdot T \cdot \left| \frac{E_x}{H_y} \right|^2, \text{ бу ерда } T - \text{тебраниш даври, секундда; } E_x - \text{«x» ўқи бўйлаб ўлчанган}$$

электр векторининг кескинлиги (мВ/км).  $T = \frac{2\pi}{\omega}$ ;  $\omega$  - айланма частота.

$H_y$  - «у» ўқи бўлаб ўлчанган магнит векторининг кескинлиги (нТл)

$$E_{MN} = \frac{\Delta u}{L} - T \text{ майдон кескинлиги. } \frac{E_x}{H_y} = Z - \text{импеданс.}$$

$E_x$  ва  $H_y$ ;  $E_y$  ва  $H_x$  - бир вақтда аниқланади.  $\rho_T = 0,2 \cdot T \cdot \left| \frac{E_x}{H_y} \right|^2$  ёки

$$\rho_T = 0,2 \cdot T \cdot \left| \frac{E_y}{H_x} \right|^2 \text{ формулалар бўйича бир жинсли эмас муҳитнинг устида туюлувчи}$$

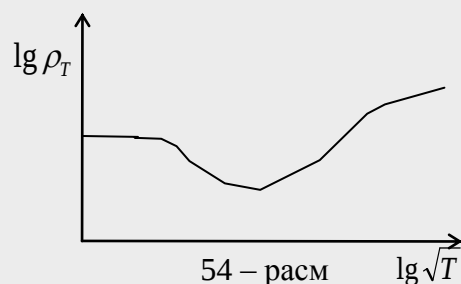
солиштирма қаршилиқ ҳисобланади.

Магнитотеллурик усулларда қутбланмайдиган электродлар ишлатилади. Магнитотеллурик усуллариға магнитотеллурик зондлаш (МТЗ), магнитотеллурик профиллаш (МТП) ва теллурик тоқлар усуллари (МТТ) киради.

Магнитотеллурик зондлаш (азмойишлаш) (МТЗ)да – солиштирма қаршилиқни  $\rho_T$  майдоннинг ҳар хил частотасига бир вақтда  $E_x, E_y, H_x, H_y$  ташкил этувчиларини ўлчаб  $\rho_T$

аниқланади ва уни билогарифмик масштабда  $\sqrt{T}$  қийматига боғлаб график тузилади. Эгри чизиклар Матвеев палеткалари ёрдамида ёки ЭХМ да миқдорий талқин қилинади. (54 – расм).

МТЗ – горизонтал кесимни, тузилмаларни геологик хариталашда, кристаллик пойдеворни ётиш чуқурлигини ва Ер пўстини тузилишини ўрганишда қўлланилади.

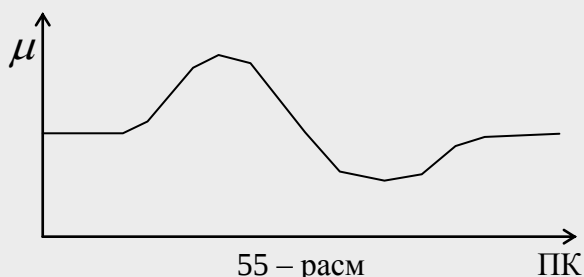


54 – расм

Частота кичик (давр катта) бўлса электромагнит тўлқин катта чуқурликка ўта олади. Электромагнит майдоннинг ҳар хил частотасини ўлчаганда ҳар хил чуқурлик ўрганилади.

Магнитотеллурик (кесмалаш) профиллаш (МТП) майдоннинг битта частотасига бир вақтдаги  $E$  ва  $H$  ташкил этувчиларини ўлчаб солиштирма қаршилиқнинг профил (горизонтал йўналиши) бўйлаб ўзгариши ўрганилинади. Частота доимий бўлганда ўрганилаётган чуқурлик тахминан доимий бўлади. Демак, бу усулда бир хил чуқурликда ётган тоғ жинсларининг профил бўйлаб солиштирма қаршилигининг ўзгариши ўрганилади (электр кесмалашга ўхшаб). Натижада профил бўйича  $\rho_T$  нинг ўзгариш графиги тузилади.

Теллурик токлар усули (ТТУ) – Бу усул, бир вақтда таянч нуқтада ва профиллардаги пикетларда (ўлчов нуқталарида) табиий электромагнит майдонининг электр ташкил этувчиси  $E$  ўзгаришини (вариациясини) ўрганишга асосланган.  $E = j_{MN} \cdot \rho_{MN}$ , бу ерда  $j_{MN}$  - теллурик токнинг зичлиги. Кузатилган электромагнит майдонининг частотаси доимий бўлса, унда профил бўйлаб бир хил чуқурлик ўрганилади. Профиллар бўйича теллурупараметр  $\mu = \frac{\delta(E_i)}{\delta(E_0)}$  нинг ўзгариш графиги тузилади (бу ерда,  $\delta(E_i)$  ва  $\delta(E_0)$  - майдоннинг  $i$  сонли ва таянч нуқталардаги вариациялари. Улар бир вақтда ўлчанади.



55 – расм

Кристаллик пойдеворнинг кўтарилган жойларида  $j_{MN}$  ортади, демак теллурупараметр қиймати кўпаяди. Агар кристаллик пойдевор рельефининг пасайган жойи бўлса, унинг устида  $\mu$  нинг қиймати камаяди (55-расм).

Графиклардан ташқари хариталар ҳам тузилади.  $\mu$  нинг юқори қийматларига қаршилиқлари катта бўлган горизонтлари

кўтарилган жойларни билдиради, паст қийматларига эса юқори омли горизонтларнинг пасайиш жойлари тўғри келади.

МТП ва ТТУ усуллари кристаллик пойдеворни, юқори омли горизонтларни хариталашда, нефтгазли тузилмаларни ўрганишда қўлланилади. МТП усули МТЗ билан биргаликда чуқурликларни аниқлаш учун қўлланилади.

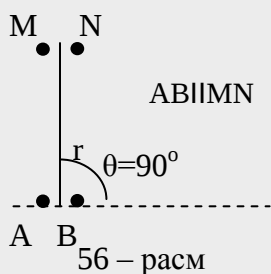
#### Сунъий ўзгарувчан электромагнит майдон усуллари.

Бу усулларда инсон электромагнит майдонни ўзгарувчан ток ёрдамида гальваник ёки индуктив усул билан қўзғатади. Ўзгарувчан электромагнит майдоннинг Ер остида тарқалиш чуқурлиги унинг частотасига боғлиқ ва частотаси пасайиши билан тарқалиш чуқурлиги ортади.

Частотали зондлаш (азмойишлаш) (ЧЗ). Бу усулда АВ таъминловчи электр диполдан ерга (гальваник усули) ёки  $S_0$  халқадан (индуктив усули) ҳар хил частотали ўзгарувчан электр токи ўтказилади. Ҳар хил частотали электромагнит майдоннинг электр ташкил этувчиси  $E_x$  қабул килувчи MN электр диполи ва магнит диполи (рамка) ёрдамида вертикал ташкил этувчиси  $H_z$  ва АВ диполдаги ток  $I$  ўлчанади. Ўлчанган параметрлар бўйича турли частоталарга туюлувчи солиштирма қаршилиқ ҳисобланади.

$$\rho_{KE} = K_E \cdot \frac{E_x}{J}, \rho_{KH} = K_H \cdot \frac{H_a}{J}, \text{ бу ерда, } K_E, K_H - \text{ мосламаларнинг коэффициенти. Масалан,}$$

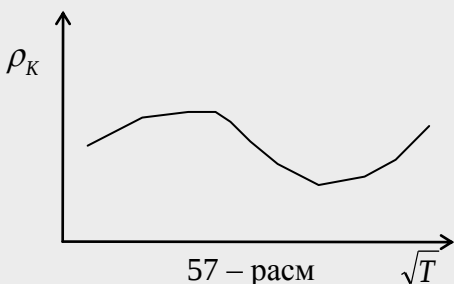
$K_E = \frac{2\pi^3}{AB \cdot MN}$  формуладан экваториал диполли мослама учун ҳисобланади (улар диполлар орасидаги масофага, диполлар ўлчамига, майдоннинг частотасига ҳамда генератор ва қабул килувчи халқаларнинг сим ўрамларининг сонига боғлиқ). Частотали зондлаш (азмойишлаш) усулида кўпинча экваториал диполли мосламалар ишлатилади. Бу усулда диполлар (AB ва MN) марказлари орасидаги масофа «г» доимий бўлиши мумкин ва ўрганилаётган



56 – расм

чукурликдан 5-10 марта катта бўлиши керак. Демак, қабул қилувчи MN доимий манбаадан узоқ зонада жойлашади (56-расм).

Чукурли тузилмаларни ўрганишда электромагнит майдоннинг частотасини 0,04-250Гц оралиғида ўзгартирилади. Кесимни юқори қисмини ўрганишда (100-500м чукурликни) узлуксиз частотали зондлаш ўтказилади ва майдоннинг частотаси 10-10<sup>4</sup>Гц оралиғида ўзгартирилади. Агар, қатламларнинг қаршиликлари бир-биридан оз фарқ қилса, ундаги энг паст частота аниқланган энг юқори частотадан 10-100 баробар кам бўлиши керак. Агар, қатламларнинг қаршилиги бир-биридан кўп фарқ қилса, унда паст частота энг юқори частотадан 100-1000 баробар кичик бўлиши лозим.



57 – расм

Ишлар натижасида логарифмли бланкада (қоғозда) электр ва магнит ташкил этувчилар учун эгри ЧЗ чизиқлари тузилади. Вертикал ўқи бўйича  $\rho_k$ , горизонтал ўқи бўйича -  $\sqrt{T}$  (Т - давр), чукурликка пропорционал бўлган параметр белгиланади (57-расм). Бу усулда  $E_x$ ,  $H_z$  параметрларнинг ва токнинг таянч фазаси орасидаги фазалар айирмалари  $\varphi_E$  ва  $\varphi_H$  ҳам ўлчаниши мумкин. Далада кузатилган

чизикларни палеткада назарий чизикларга солиштириш усули билан талқин қилиш натижасида горизонтларнинг қалинлиги ва қаршилиги аниқланади.

**Индукция усули** –бу усулда, муҳитда дастлабки электромагнит майдон рамка ва ҳалқа ёрдамида индуктив усули билан кўзғатилади. Бир жинсли муҳитда индуктив майдон манбааси нормал дастлабки электромагнит майдонни ҳосил қилади. Муҳитда ток ўтказувчи жинслар бўлганда, уларда индукция ҳисобига иккиламчи майдонлар ҳосил бўлади. Йиғинди майдоннинг (дастлабки ва иккиламчи майдонларнинг йиғиндиси) электр ва магнит ташкил этувчиларини ўлчаб, аномалиялар ўрганилади ва ўтказгич жинсларнинг ётиш жойи ва ўлчамлари аниқланади. Индуктив усулларда ўлчовлар ҳал хил частоталарда олиб борилади, бунда ўрганиш чукурлиги ҳар хил бўлади ва иккиламчи индукцион майдоннинг миқдори ҳам ўзгаради.

Индукция усуллари паст ва юқори частотали индуктив усулларига ажралади.

Паст частотали усулларга ертуташмаган ҳалқа (ЕХ), узун кабел (УК) усуллари киради. Бу усулларда паст частотали тоқлар ишлатилади.

Ертуташмаган ҳалқа усулида дастлабки электромагнит майдон тўғри бурчакли (ўлчами юзлаб метрдан 3 – 4км гача) ҳалқа ёрдамида ҳосил қилинади. Йиғинди майдон ҳалқанинг ичида ва унинг ташқарисида тоғ жинсларининг ётиш йўналишига перпендикуляр ўтказилган профиллар бўйлаб ўлчанади.

Узун кабел усулида (дастлабки) майдон учлари ертуташган, тўғри чизикли узунлиги 1 км дан 20<sup>1</sup>/<sub>4</sub>40 км гача бўлган кабел ёрдамида ҳосил қилинади. Кабел тоғ жинсларининг ётиш йўналиши бўйлаб ўрнатилади. Ўлчовлар кабелга кўндаланг ўтказилган профиллар бўйича олиб борилади.

Йиғинди (магнит)  $N_{cx}$  майдоннинг кескинлиги ва фазаси  $\varphi_{cx}$  ўлчанади.

Аномалия ҳисобланади:  $H_{ax} = H_{cx} - H_{ox}$ , бу ерда  $H_{ox}$  - дастлабки майдон.

Ўзгарувчан магнит майдон кўп сим ўрамли рамкалар ёрдамида ўлчанади. Уларда магнит майдоннинг кескинлигига пропорционал электр ҳаракат кучи ҳосил бўлади. Электр ҳаракат кучи микроволтметр ва амплитуда – фазали асбоблар билан ўлчанади.

Ўлчовлар вертолёт ёки самолётлар ёрдамида ўтказилади, яъни электр аэрохариталаш ўтказилади. Дала варианты камдан-кам қўлланилади (ҳаво хариталаш натижаларини аниқроқ ўрганиш учун ўтказилади). Аэро вариантыда йиғинди майдон икки частотада ўлчанади. Турли тоғ жинслар контактлари, тектоник бузилмаларни аниқлаш учун, сульфид маъданларни кидиришда қўлланилади.

Ишлар натижаси бўйича графиклар ва  $H_{cx}$  ёки  $H_{ax}$  харитаси тузилади.

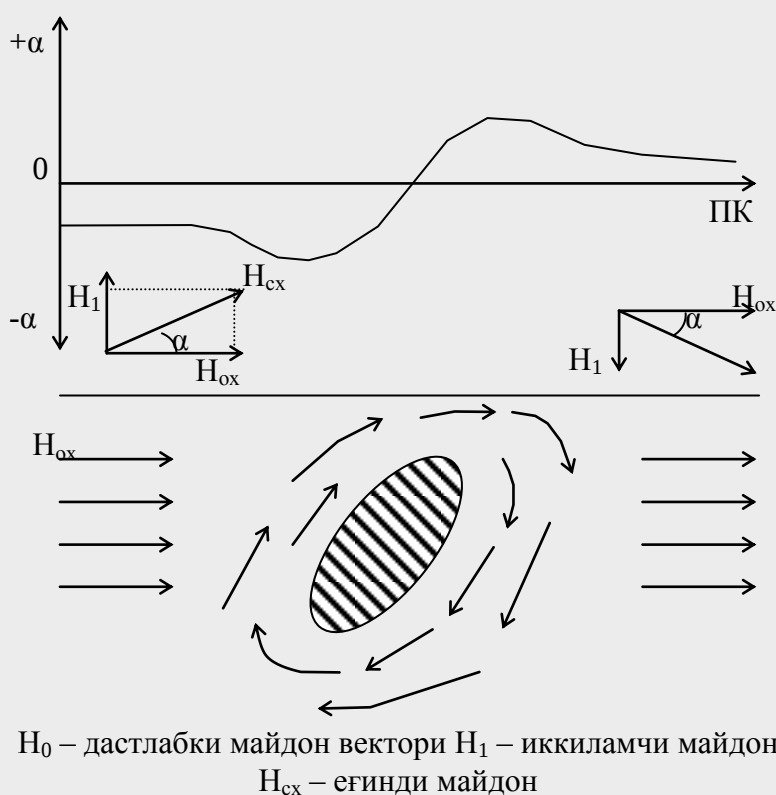
Муҳитда ток яхши ўтказгич бўлса индукциялашган иккиламчи магнит майдоннинг фазаси  $\varphi$  дастлабки майдон фазасидан 180<sup>0</sup> га кеч қолади. Агар, муҳитда токни ёмон ўтказгичи жойлашганда иккиламчи магнит майдоннинг фазаси дастлабки майдон фазасидан 90<sup>0</sup> га кеч

қолади. Демак, иккиламчи майдон фазасининг силжиш қиймати ток ўтказувчанлик ўлчовини таснифлайди.

Юқори частотали индукция усули. Бу усулда юқори частотали тоқлар ( $10^4 \div 10^7$ ) ишлатилади. Бунда электромагнит майдон рамкали антенналар ёрдамида қўзғатилади ва қабул қилинади.

Асбоб – тарқатувчи генератор (передатчик) ва майдоннинг магнит ташкил этувчисини ўлчашга қабул қилувчидан (приёмникдан) иборат. Қабул қилувчи рамкали антенна (вертикал) тик ва горизонтал ўқлар атрофида айланиши мумкин ва майдоннинг ҳар хил ташкил этувчиларини (горизонтал  $H_p$  ва вертикал  $H_z$ ) ва йиғинди майдоннинг вектори горизонтга нисбатан ётиш бурчагини ўлчаш мумкин. Тик жойлашган рамкали антенна генератор ёрдамида ҳосил этилган дастлабки электромагнит майдони ерга ўтади ва ўтказгич жисмларида индукция тоқини қўзғатади. Индукция тоқлари иккиламчи электромагнит майдонларни ҳосил қиладилар.

Ер юзасида дастлабки ва иккиламчи майдонлар йиғиндиси ўлчанади ва уларнинг кескинлиги (микдори) ва йўналиши бўйича аномалия ҳосил қилувчи маъданнинг жойлари баҳоланади.



58 – расм

Хариталаш икки хил бўлади: айлана (доира) бўйича ва кесма бўйича. Айлана бўйича хариталашда передатчик айлана марказида жойлашади, приёмник эса радиуси 50 – 100м бўлган доира атрофида  $25 - 30^\circ$  қадам билан кўчирилади. Кесма бўйича хариталашда передатчик ва приёмник орасида 50 – 100м бўлиб 20 – 50м қадам билан кесма бўйлаб кўчирилади. Кесмалар орасидаги масофа 20 – 200м. Ҳар бир нуқтада максимал горизонтал  $H_p$  (бунда рамкали антенна вертикал ўқи атрофида максимал сигнал ўлчов асбобида қўрсатгунга қадар айлантирилади) ва вертикал  $H_z$  (бунда рамкали антенна горизонтал жойлашади) ташкил этувчилар ва  $\alpha$  – йиғинди векторнинг қиялик бурчаги ўлчанади.  $\alpha$  бурчакни ўлчашда қабул этувчи рамканинг

горизонтал ўқи генератор рамкасига йўналтириб, уни горизонтал ўқи атрофида ўлчов асбоби энг кичик сигнални кузатгунга қадар айлантирилади ва рамкани қиялик бурчаги аниқланади. Агар рамкали антенна текислигига ўтказилган нормаль передатчик томонга қараб турган оператордан чапда пастга йўналса,  $\alpha$  бурчаги шартли мусбат, нормаль ўнг томонда пастга йўналса, шартли манфий ҳисобланади.

Бундан сўнг айлана бўйича хариталашда оператор приёмник билан янги нуқтага кўчади, кесма бўйича хариталашда эса передатчик ва приёмник бирга кўчади.

Бир жинсли муҳит устида тик рамкани нормал магнит майдони горизонтал бўлади. ( $\alpha = 0$ ,  $H_z = 0$ ). Дастлабки ва иккиламчи майдонлар векторлари параллелограмма қоидаси бўйича қўшилади ва йиғинди векторни ҳосил қиладилар. Маъдан устида узокдагига ўхшаш бўлиб, йиғинди вектор горизонтал ҳолда, маъдан олдида эса, ё тепага, ё пастга энгашади (расм 58). Магнит майдон  $H_p$ ,  $H_z$  ва  $\alpha$  қийматлари бўйича махсус номаграммалар ёрдамида туюлувчи

қаршилиқ  $\rho_\omega$  аниқланади. Ишлар натижасида ўлчанган параметрлар  $H_p$ ,  $H_z$ ,  $\alpha$  ва ҳисобланган  $\rho_\omega$  графиклари тузилади.

Индукция усули геологик хариталашда, маъданларни аниқлашда қўлланади. Бу усул билан 100м гача чуқурликни ўрганиш мумкин.

Радиокомпарация ва пеленгация (радиокесмалаш) усули (радиокип) – радиотўлқинли хариталаш усули деб аталади. Кенг олиб берувчи радиостанцияларнинг узун тўлқинли (узунлиги 1-2 км  $f=150-450$ кГц) (радиокип усули) ва хизмат радиостанцияларининг (жуда узун) ўта узун тўлқинли (тўлқин узунлиги 10 – 30 км,  $f=10 - 30$  кГц) майдонларини ўлчашга асосланган ( улар 1000 ва 12000 км.гача кузатилиши мумкин)

Бундай радиостанцияларнинг нормал майдонлари узоқ зонада (тўлқин узунлигидан ўнлаб марта катта масофаларда ) бир неча км<sup>2</sup> планшетда ўзгармасдан қоладилар. Радиостанция – ўрганилаётган участка оралиғида об-ҳаво, шароит ва бошқа ҳалақит берувчилар таъсирида майдоннинг кескинлиги кун давомида 10-30% фоизга ўзгаради. Айниқса, майдоннинг кучли ўзгариши кун ботиши ва қуёш чикқан маҳалда кузатилади. Узун ва узундан ортиқ тўлқинлар ер тўлқинлари деб аталган ва ер бўйлаб тарқаладилар. Бундай тўлқинлар майдонининг кескинлиги радиостанцияларнинг қуввати ва уларнинг иш мустаҳкамлиги, трасса бўйлаб тўлқинларни ўтиш шароити ва жинсларнинг электромагнит хоссалари билан аниқланади.

Радиокипни (аэро) ҳаво ва дала (ер устидаги) вариантларга ажратилади. Ҳаво, (аэро) хариталаш вертолёт ва самолётлар ёрдамида электромагнит майдонларнинг кескинлиги радиоқабул қилувчининг ташқарига чиқарилган антеннаси ёрдами билан автоматик усулида ёзиб олинади.

### Дала хариталашнинг услублари

Ишлар маъдан жисмлар ва қатламларнинг ётиш йўналишларига перпендикуляр бўлган профиллар бўйлаб ўтказилади. Профилларнинг йўналишлари иложи борица радиостанция томон йўналишига яқин бўлиши керак. Бунда ўтказгичлардан индукция самараси энг катта бўлади.

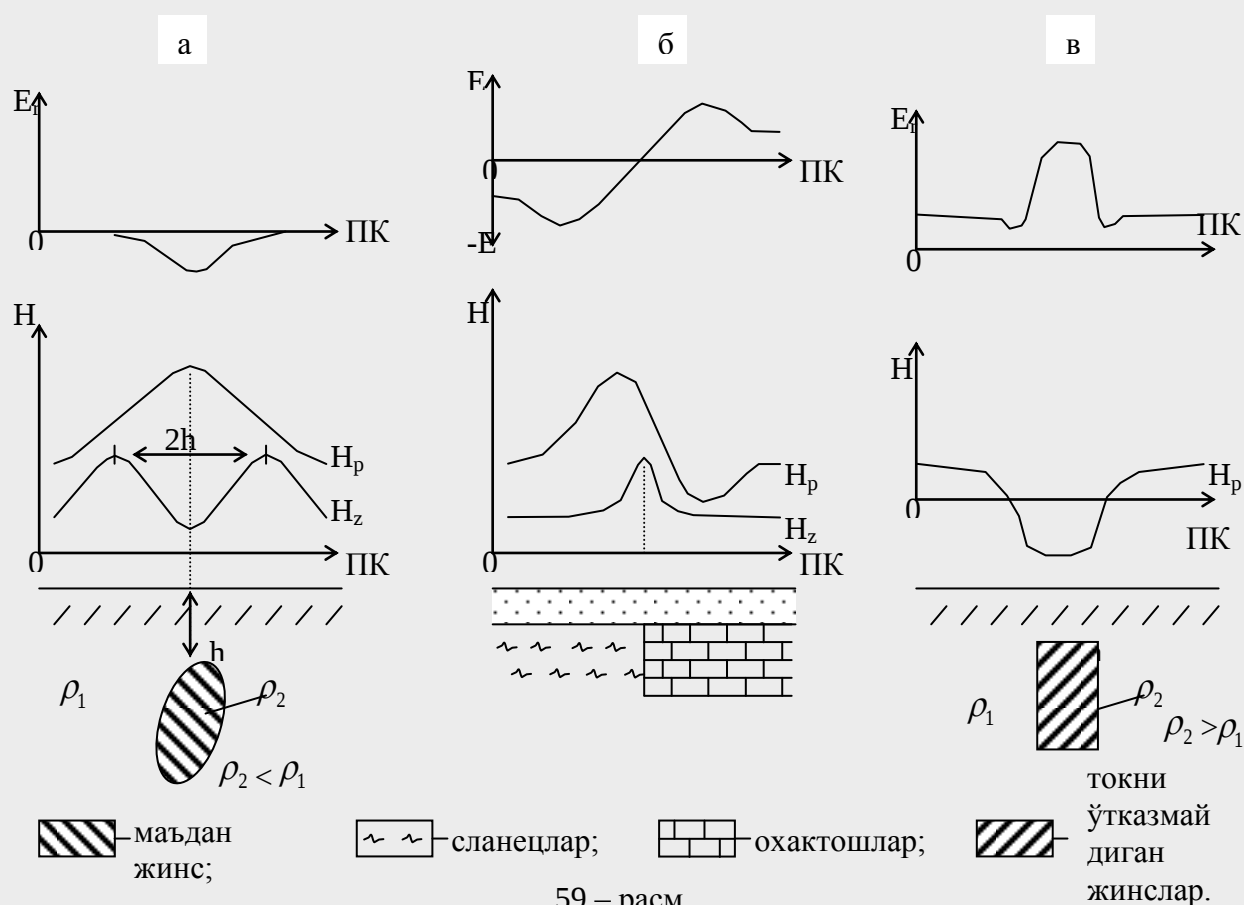
Кузатув нуқталари орасидаги масофа 5 дан 50 м гача бўлади. Ҳар битта нуқтада магнит (феррит) антеннали радиоқабул этувчи ёрдамида майдоннинг максимал горизонтал  $H_p$  ва вертикал  $H_z$  магнит ташкил этувчиларнинг қиймати аниқланади. Аномалия тўлиқ векторининг қиялик бурчаги, радиостанциянинг пеленги, майдоннинг электр ташкил этувчилари ҳам ўлчаниши мумкин.(пеленг-радиостанция билан кузатув нуқтаси бирлаштирган чизикнинг азимути)

Аномалия  $H_{ax} = H_{cx} - H_{ox}$  формуладан аниқланади, бу ерда  $H_{cx}$  - йиғинди кузатилган майдон;  $H_{ox}$  - нормал (тинч ҳолатдаги) майдон. Шунга ўхшаш исталган ташкил этувчилар бўйича аномалияни топиш мумкин. Хариталаш натижасида ўлчанган параметрлар бўйича графиклар тузилади. Бир жинсли муҳит устида  $H_p$  доимий бўлади,  $H_z=0$  га тенг бўлади. Агарда қатлам чегаралари тикка бўлса ёки ҳар хил электромагнит хоссаларга эга бўлган киритишлар бўлганда майдоннинг тузилиши ва кескинлиги ўзгаради.

Ўтказгич – маъдан томирининг устида  $H_z$  нинг иккита максимумлар орасида  $H_p$  нинг максимуми кузатилади.  $H_z$  максимумларнинг орасидаги масофа тахминан маъдан жисм юқори қисмининг ётиш чуқурлигидан икки марта катта бўлади (расм 59а).

Сульфид маъданлар, сувга тўйинган ёриқликлар -  $H_p$  - мусбат максимум, электр ташкил этувчиси  $E_r$  – мнфий аномалиялар билан кузатилади. Кварц томирлари, дайкалар, карбонатлар  $E_r$  мусбат максимум қийматлари билан кузатилади (расм 59б,в).

Узун тўлқинли радиокип усули кичик чуқурликларни ўрганади (гидрогеология ва



муҳандислик геология масалаларини ечишда карстни, бўшқоқ ётқизиқларнинг сувга тўйинганлигини, ер ости сувларини ўрганишда қўлланилади).

Ўта узун тўлқинли радиокип усули каттароқ чуқурликни ўрганади (маъдан конларини кидиришда, геологик хариталашда). Радиокомпарация усули билан ўрганадиган чуқурлик 10-20 м дан ортмайди.

### Радиотўлқинли ёритиш орқали ўрганиш усули

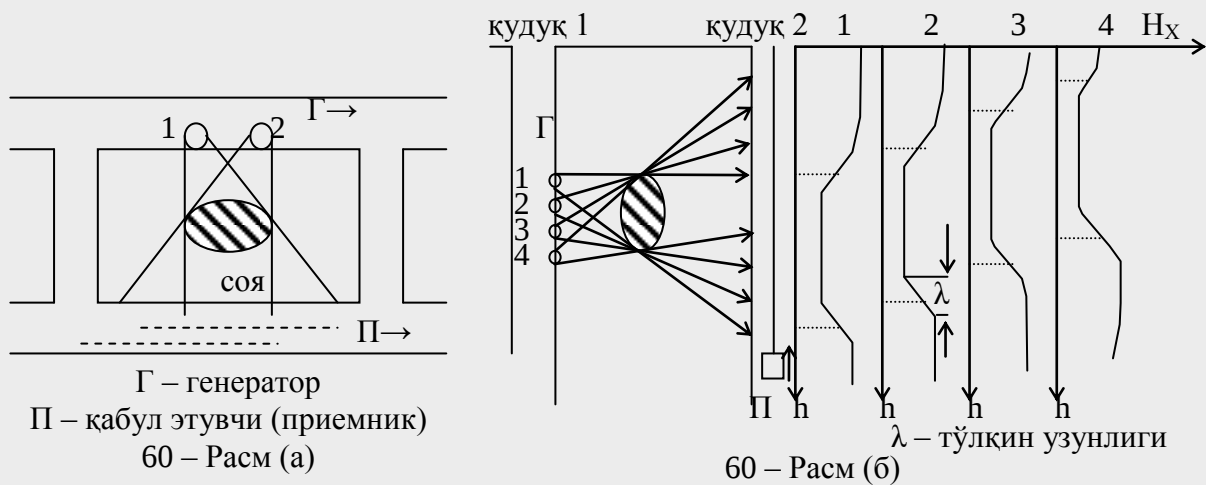
Қазилмалар ва қудуқлар орасидаги тоғ жинслар хусусиятини ўрганиш ва металл фойдали қазилмаларни аниқлаш учун радиотўлқинли ёритиш усули – РЁУ (РВП) қўлланилади.

Бу усулда битта тоғ қазилмасида ёки қудуқда частотаси 0,1 – 10 МГц га тенг бўлган электромагнит тўлқинларни тарқатувчи асбоб (радиотўлқинларни фазога тарқатувчи генератор) жойлаштирилади. Қўшни қазилмаларда ёки қудуқларда майдоннинг кескинлиги приёмник (қабул этувчи асбоб) ёрдамида ўлчанади. Ушбу майдоннинг кескинлиги электромагнит энергиянинг ютилиш коэффициентига боғлиқ бўлади. Радиотўлқиннинг энергияси кучли ютилганда радио соя ҳосил бўлади (кескинлиги кучсизланади).

Радиотўлқинли майдоннинг кескинлигини ўлчаш учун магнит ёки электр диполлар ишлатилади. Электр диполи қабул этувчи MN очик диполдан иборат (электр ташкил этувчини ўлчашга), магнит диполи қабул этувчи рамкалар антиклиналдан иборат (магнит ташкил этувчини ўлчашга).

Тоғ қазилмаларни ёритишда радиотўлқин генератори биронта қазилмада жойлаштирилади, приёмник П эса 1 м дан 10 м гача қадам билан бошқа қазилмада кўчирилади. Кузатувлар генераторнинг (Г) ҳар хил ўрнашган жойларига ўтказилади (расм 60 а,б).

Магнит майдонининг горизонтал ташкил этувчиси  $H_x$  ўлчанади ва радиотўлқинлар пеленги ҳам аниқланади.

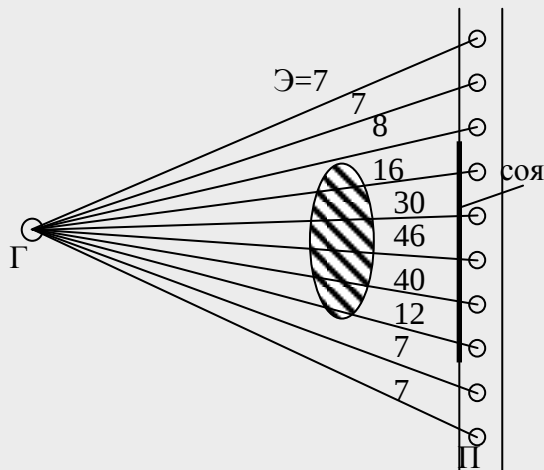


ади  
отў  
лқи  
нли  
ёри  
ти  
ш  
сам  
ара  
дор  
лиг  
и  
сиғ  
дир  
увч  
и

жинсларнинг ва маъданнинг электр хоссалари фарқи ва уларнинг солиштирма қаршилиқ қийматларига боғлиқ бўлади. Агар, сиғдирувчи жинслар ва маъданлар қаршилиги кучли фарқланса, унда аниқ электромагнит сояси (радиотўлқин кучли ютилади) ҳосил бўлади, унинг контуридан маъданнинг турган жойи аниқланади. Сиғдирувчи жинсларнинг қаршилиги ёритиш узоқлигига таъсир этади, маъданнинг қаршилиги эса – радиотўлқинлар соясининг интенсивлигига таъсир этади. Сиғдирувчи жинсларнинг қаршилиги қанча кичик бўлса, ёритиш узоқлиги шунча камаёди.

Манба майдонининг частотаси камайганда ёритиш узоқлиги ортади, лекин тўлқиннинг узунлиги  $\lambda$  катта бўлгани учун кичик ўлчамли маъданлар сезилмайди. Ўлчамлар  $0,5\lambda$  дан кичик бўлган маъдан жисмлар радиотўлқин соясини ҳосил қилмайди.

Қазилмалар орасидаги металл маъданидан радиотўлқин тарқалиб ўтганда унинг энергияси кучли ютилиши сабабли маъданнинг орқа томонида электромагнит сояси ҳосил бўлади.



60 – Расм (в)

Ўлчовлар натижасида электр ёки магнит майдоннинг кескинлиги графиги (ўлчов чизиклари бўйлаб) ёки нурлар диаграммаси тузилади (60 – расм в). Нурлар диаграммаси- бу кузатув нуқталарини ўлчов вақтида генератор жойлашган нуқтаси билан бирлаштирган чизиклар (нурлар) тўплами. Ҳар бир нур экранланиш (соя бериш) «Э» коэффиценти билан характерланади. Экранланиш коэффиценти- бу нормал ва ўлчанган майдонларнинг нисбатидир.

$$\mathcal{E} = \frac{H_0}{H_{\text{куз}}} \text{ ёки } \mathcal{E} = \frac{E_0}{E_{\text{куз}}} \text{ бу ерда, } E_0, H_0 -$$

бир жинсли муҳитда генератор (передатчик) ҳосил қилган электр ёки магнит майдонларининг

кескинлиги.

$E_{\text{куз}}, H_{\text{куз}}$  – қўшни қазилмалардаги кузатилган майдонлар қиймати. Соя бўлган жойларда экранланиш коэффиценти киймати юқори бўлади. Чунки кузатилган  $E_{\text{куз}}$ , ёки  $H_{\text{куз}}$  майдоннинг кескинлиги жуда кичик бўлади.

Демак, қазилмалар орасида металл маъдан жойлашган бўлса, радиотўлқин сояси ҳосил бўлади ва унинг контуридан маъданнинг турган жойи аниқланади.

## СЕЙСМОРАЗВЕДКА

Сейсмик қидирув (сейсморазведка) – геофизик усуллардан бири бўлиб, турли сунъий йўллар (зарба, қўзғатиш) билан ҳосил қилинган эластик тўлқинларнинг тарқалашига асосланади ва Ернинг тузилишини, геологик муҳитини ўрганишда, нефть ва газ конларини ҳамда бошқа қазилма бойликларини излашда қўлланилади.

Тоғ жинсларини эластиклик хусусияти ҳар хил бўлганлиги учун улар орқали ўтадиган эластик тўлқин ҳам ҳар хил тезликларда тарқалади. Бунинг оқибатида турли қатламлардан ташкил топган Ер қаърида тўлқин тезлиги ўзгариши билан бир қаторда, шу чегаралардан тўлқиннинг қайтиши, синиши ва бошқа хусусияти юзага келади. Шу тўлқинларни қайд (ёзиб олиш) қилиш натижасида, турли тезликларни таҳлил қилиб, ернинг ички тузилиши тўғрисида маълумот олиш мумкин.

Сейсморазведка усули тўлқинларнинг кинематик ҳолатини ўрганишга, тўлқин пайдо бўлган нуқтадан уни қабул қилувчи қурилмагача бўлган масофадаги турли тўлқинлар тарқалиш вақтини ўлчашга асосланган. Тупроқнинг жуда кучсиз ҳаракатлари сейсмотутқичларда ҳосил қилинган электрик тебранишлар, маҳсус анчагина мураккаб қурилмаларда (сейсмостанциялар) кучайтирилади ва сейсмограммаларда ҳамда магнитограммаларда автоматик равишда ўзифодасини топади.

Сейсморазведкада иккита асосий усул мавжуд: қайтган тўлқин усули (КТУ-МОВ) ва синган тўлқин усули (СТУ-МПВ). Бошқа тўлқинларни ўрганиш усуллари амалиётда кам қўлланилади.

Кенг майдонлардаги ўта мураккаб вазифаларни ечишда тўлқинларни пайдо бўлишидан то қабул қилинишигача, геологик кесимларни юқори аниқликдаги геометрик ҳолатини белгилаш бўйича кўп марта ўлчаш, маълумотларни қайта олиш ва уларни ЭҲМларда ҳисоблаб чиқишни тақозо этади. Уларни таҳлил қилиш натижасида сейсмогеологик чегараларнинг жойлашган чуқурлигини, уларнинг ётишини, чўзилишини, тўлқинларни тезлигини аниқлаш мумкин, геологик маълумотлар асосида эса, аниқланган чегараларнинг геологик табиатини белгилаш мумкин.

Турли вазифаларни ҳал қилиш бўйича сейсморазведка чуқурлик, структурали, нефтгазли, маъданли ва муҳандисли турларига бўлинади. Қандай сатҳда тадбиқ қилиниши бўйича сейсморазведканинг Ер юзидаги, акваториал (денгиз), Ер остидаги (бурғи қудуқларда) турлари мавжуд. Эластик тўлқиннинг тебраниш частотасига қараб юқори частотали (100 гц дан катта), ўрта частотали (бир неча ўн гц) ва паст частотали (10 гц дан кичик) сейсморазведка турларига ажратилади. Эластик тўлқиннинг частотаси қанчалик юқори бўлса, шунчалик тез сўнади ва кичик чуқурликни камраб олади.

Сейсморазведка – геофизик усуллари ичида жуда муҳим ва кўп ҳолатларда жуда аниқ (қўл меҳнат талаб қилсада) усуллардан биридир. Турли геологик муаммоларни ечишда сейсморазведка бир неча метрдан (жинсларни физик-механик хусусиятини ўрганишда) бир неча ўн, ҳатто юз километрларгача (Ер қобиғини ва юқори мантияни ўрганишда) чуқурликни камраб олади.

Сейсморазведка 20-асрнинг 20-йилларида сейсмологиянинг (зилзилани ўрганувчи фаннинг) бир бўлими сифатида юзага келди. 1923-1925 йилларда сейсморазведка Россияда турли геологик жумбоқларни ечишда, айниқса нефть геологиясида кенг қўлланила бошланди. Ҳозирги вақтда бутун геофизик усулларнинг тўртдан бир қисми сейсморазведкага тўғри келади.

## СЕЙСМОРАЗВЕДКАНИНГ ФИЗИК-ГЕОЛОГИК АСОСЛАРИ

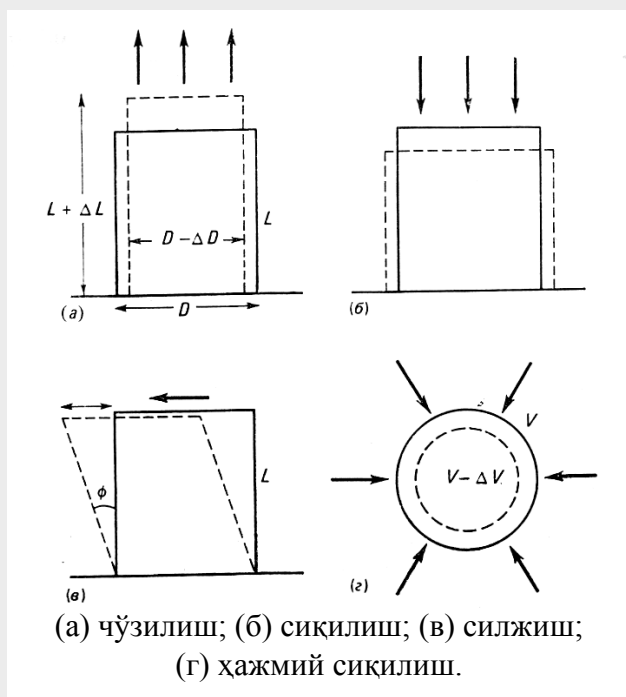
### Геологик муҳитда эластик тўлқин тебранишининг асосий назарияси

*Эластиклик назариясининг асослари.* Ер қобиғини ташкил этувчи тоғ жинсларини каттик эластик жисм деб кўриш мумкин. Шунинг учун тоғ жинсларига берилган кучлар таъсирида бўлиб ўтадиган жараёнларни аниқлаш учун эластиклик назарияси қонунларидан фойдаланиш мумкин. Ташки кучлар таъсирида каттик жисм ўз шаклини ва ҳажмини ўзгартиради, яъни деформацияланади. Эластик жисмда ҳосил бўлган деформацияларни ҳажм ва шакл (ёки силжиш) деформациялари дейилади. Мутлоқ эластик жисм –бу ҳар қандай куч таъсиридан сўнг аввалги шакли ва ҳажми тўлиқ тикланадиган жисмдир. Агар куч таъсиридан сўнг жисмнинг аввалги шакли ва ҳажми тикланмаса бу жисмни пластик (қайишқоқ эмас) деб аталади.

Ҳамма тоғ жинслари деформацияни турли тезликда узатиш хусусиятига эга. Бу узатишлар ва унинг тезликлари эластик деформациялар (эластик модулар) ва уларни ҳосил қилувчи кучланишлар ( $F/S$ ) орасидаги боғланишга боғлиқ. Мутлоқ эластик жинслар учун бу боғланиш тўғри пропорционалдир (чизиклидир) ва у Гук қонуни билан ифодаланади:

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{F}{S} \cdot \frac{1}{E};$$

$$\frac{\Delta d}{d} / \frac{\Delta \ell}{\ell} = \nu$$



Бу ерда,  $E$ -Юнг модули (бўйлама чўзилиш модули)-жисмнинг чўзилиши ёки бўйлама сиқилишига қаршилигини кўрсатади;  $l, d, s$  – цилиндрик жисмнинг узунлиги, диаметри ва кўндаланг кесими,  $\Delta l, \Delta d$ -узунлик ва диаметр деформациялари (расм 61 а,б),  $F$  – таъсир этувчи куч;  $\nu$ -Пуассон коэффиценти модули(эластик жисмнинг геометрик шаклини ўзгартириш ўлчови). Тоғ жинсларда  $\nu = 0.18 \pm 0.5$ , сувда  $\nu = 0.5$  га тенг.

Учинчи эластик модуль – силжиш модули  $\mu$  дейилади. Силжиш модули  $\mu = (F/S)/\phi$ -ифода билан аниқланади( $\phi$ -силжиш таъсирида жисмнинг шакли ўзгариш бурчаги) (расм 61 в). Бунда уринма кучи ( $F$ ) таъсирида жисмнинг шакли ўзгаради, ҳажми эса ўзгармайди.

Силжиш модули Юнг модули ва Пуассон коэффиценти билан боғланган:

$$\mu = E/2(1 + \nu).$$

Суюқликларда ва газларда  $\mu = 0$  га тенг.

Тўртинчи модуль –ҳар томонлама сиқилиш  $K$  модули.

$K = P/(\Delta V/V)$ ; Бу ерда,  $P$ -босим;  $V$ -ҳажм;  $\Delta V$ -ҳажмнинг деформацияси, (-) ишора кўрсатадики босим  $P$  ортса, ҳажм  $V$  камаёди ва аксинча (расм 61 г).

Ҳар томонлама сиқилиш  $K$  модули Юнг модули ва Пуассон коэффиценти билан боғланган бўлади:

$$K = E/3(1 - 2\nu).$$

Қўзғатиш (зарба) эластик тўлқинлари нуқтасидаги таъсир этувчи куч вақт оралиғида тез ўзгаради, у аввал кўтарилиб(max), кейин пасаяди(min). Натижада муҳитдаги деформациялар ва кучланишлар ҳам Гук қонунига асосан вақт бўйича ўзгаради. Бу эса, эластик муҳит зарраларининг тебранишига олиб келади. Тебранишлар бир заррадан иккинчисига узатилиб,

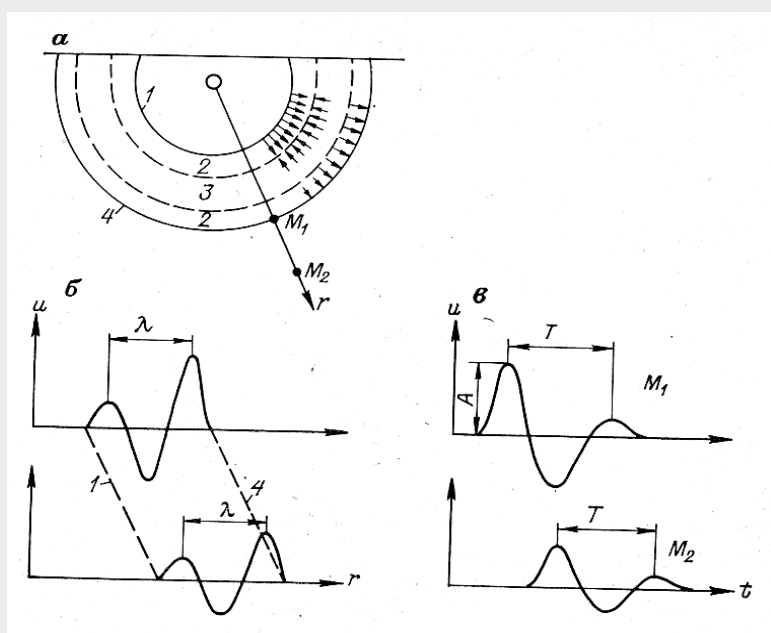
муҳитда эластик тўлқинни ҳосил қилади. Эластик тўлқинлар ҳажмли ва юзаки бўлади. Тебраниш қоплаган майдон билан улар ҳали етиб бормаган сонли майдонни ажратиб турувчи юза – тўлқин фронти деб аталади.

Эластик муҳитда икки турли деформациялар ҳосил бўлиши мумкин: сиқилиш (чўзилиш) ва силжиш. Шунинг учун сейсморазведкада ўрганиладиган эластик тўлқинлар икки турга ажралади: “сиқилиш-чўзилиш” тўлқинлар ва “силжиш” тўлқинлар. “Сиқилиш-чўзилиш” тўлқинларни бўйлама Р тўлқинлар деб аталади. Бўйлама тўлқин тарқалганда муҳитнинг зарралари тўлқин тарқалиш йўналиши бўйича силжийди (тебранади) ва ҳажм деформацияси юз беради.

Силжиш тўлқинлари кўндаланг S тўлқинлар деб аталади. S тўлқин тарқалганда муҳитнинг зарралари тўлқин тарқалиш йўналишига кўндаланг (перпендикуляр) бўлган юзада силжийди ва шакл деформацияси ҳосил бўлади (Расм 62). S-тўлқин фақат каттик муҳитларда тарқалади.

Расм 62 Бўйлама(P) ва кўндаланг(S) тўлқинлардаги зарраларнинг силжишлари.

Бир жинсли муҳитда қўзғатиш пикетини кенгайтишининг нуқтали манбаси деб кўриш мумкин. Биринчи вақтда(моментда) зарралар силжиши манбадан йўналтирилган бўлиб тўлқин фронтида сиқилиш зонаси ҳосил бўлади. Тўлқин муҳитда тарқалади, шунинг учун муҳитда вақт давомида(кечроқ) тўлқиннинг олдинги ва орқа томондаги фронтлар билан ажралган учта яримсферик соҳалар ҳосил бўлади(расм63 а).



Расм63. Бир жинсли муҳитдаги бўйланма тўлқинларнинг тарқалиши.

а-муҳитдаги зарраларнинг силжиш схемаси;

б-тўлқин профили(кесмаси);

в-зарраларнинг тебраниш графиги(тўлқин графиги).

1-фронтнинг орқа томони;

2-сиқилиш;

3-чўзилиш(сийраклашиш) ;

4-тўлқин фронти.

Манба импульсли бўлгани учун тебраниш бўлган соҳада зарралар силжиш йўналиши

бир марта бўлса ҳам ишорасини ўзгартиради. Импульсли кўзгатиш бўлганда зарралар ҳар хил частота билан тебранади (Одан  $+\infty$  гача). Шунинг учун сейсмик тўлқин амплитудаси, даври, частотаси ва тўлқин узунлиги тушунчаларига кўринарли ёки ортик деб аталувчи атамалар кўшилади. Манбадан чиққан ихтиёрий “r” радиус бўйлаб зарраларнинг тинч ҳолатидан силжиш “U” графиги сейсмик тўлқин профили дейилади (расм 63 б). Иккита кўшни бир хил ишорали силжиш экстремумлари (букир ёки ботик) оралиғи – тўлқин узунлиги  $\lambda$  дейилади.

Тўлқин fronti ўтган пайтда муҳитнинг ихтиёрий M нуқтасида вақт бўйича зарралар силжишининг ўзгариш графиги-тўлқин графиги дейилади. Энг катта силжишни амплитуда A, иккита кўшни бир хил ишорали амплитудалар вақт оралиғи-давр T, даврга тескари қийматни-частота  $f$  дейилади (расм 63 в). Шунингдек, муҳит зарраларининг силжиши тўлқин тарқалиш масофаси (тўлқин кўзгатиш манбасидан узоқлашган сари) ва вақти ортиши билан сўнади. Ҳар бир битта частотали монохроматик тўлқинни узунлиги ( $\lambda$ ), даври (T) ёки частотаси ( $f = 1/T$ ), тезлиги (v) билан қуйидагича боғланган:  $\lambda = v \cdot T = v / f$ .

Бўйлама ва кўндаланг тўлқин тезлиги эластиклик коэффицентлари (модуллари) орқали қуйидаги ифодалар билан белгиланади:

$$V_p = \sqrt{\frac{K + 4\mu/3}{\sigma}} = \sqrt{\frac{E(1-\nu)}{\sigma(1-2\nu)(1+\nu)}}; \quad V_s = \sqrt{\frac{E}{2\sigma(1+\nu)}} = \sqrt{\frac{\mu}{\sigma}}$$

Бу ерда,  $\sigma$ -жинс зичлиги.  $V_p > V_s$ ,  $V_p \approx 1.7 V_s$ . Кўп жинсларда  $V_p / V_s = 1.73$  га тенг.

Суяқ ва газсимон муҳитларда фақат бўйлама тўлқин тарқалади (чунки уларда  $\mu = 0$  бўлгани сабабли  $V_s = 0$  бўлади).

Бўйлама ва кўндаланг тўлқинлар – ҳажм тўлқинлари дейилади, чунки улар тарқалаётганда, тебраниш жараёни жинснинг маълум бир ҳажмини қамраб олади.

Юзаки тўлқинлар: Рэлей (R) ва Лява (L) тўлқинлари дейилади. Улар Ер юзаси бўйлаб тарқалади.

Рэлей тўлқинлари ҳосил қилган тебранишлар унинг  $\lambda$  узунлигига тенг бўлган қалинликдаги қатламни қамраб оладилар.

Рэлей (R) тўлқиннинг тезлиги Пуассон коэффиценти ва кўндаланг тўлқиннинг тезлигига боғлиқ ва  $V_R \approx 0.9 V_s$  қийматидан ошмайди.

Рэлей тўлқинлари муҳит зарраларининг вертикал текисликда нур (тўлқин тарқалиш) бўйлаб эллиптик траектория бўйича силжишига сабабчи бўлади. Тебранишлар кескинлиги Ер юзасидан чуқурликка узоқлашганда тез камаяди.

(L) Лява тўлқинлари муҳит зарраларининг горизонтал текисликда эллиптик траектория бўйича нурга кўндаланг силжишига сабаб бўлади. L тўлқинининг тезлиги R тўлқин тезлигидан кичик:

$$V_L < V_R$$

R ва L тўлқинларнинг энергияси катта. Шунинг учун зилзиладан ҳосил бўлган R ва L тўлқинлари Ер юзасига кучайиб келадилар ва биноларни, Ер юзасини бузишда катта кучга эга. Лекин, чуқурлик бўйича тез сўнади.

Эластик тўлқиннинг кинематик тарқалиш қонуни геометрик оптиканинг қонунларига асосланган.

Агар, муҳитнинг бир нуқтасида кўзгатиш ёки зарба бериш воқеаси рўй берса, унда эластик тўлқин (сейсмик тўлқин деб аталади) ҳосил бўлади. Тўлқиннинг тебраниш тезлиги муҳитнинг эластиклик хусусиятига боғлиқ. Тўлқин тарқалиши натижасида муҳит бўлаклари тебранади. Тўлқин тарқалиши натижасида тебранган жой билан ҳали тебраниш етиб бормаган жой орасидаги ажратиб турувчи юза тўлқин fronti деб аталади. Импульсли манбадан кўзгатиш тебранишлар маълум вақт ўтгандан сўнг сўнади. Бунда тинч ҳолатдаги зарралар майдони аста-секин кенгая боради. Унинг чегараси эса, фронтнинг орқа томони ҳисобланади (расм 63 а).

Тўлқин фронтга ўтказилган перпендикуляр чизик сейсмик нур дейилади. Шу нурлар бўйича сейсмик тўлқин энергияси ҳаракат қилади (кўчади). Нуқтали манбадан ҳосил бўлган тўлқин fronti айлана (сферик) кўринишида; манбадан узоқлашган сари деярли текис юзага

интилади.

Ҳар бир битта частотали монохроматик тўлқиннинг узунлиги( $\lambda$ ), даври( $T$ ) ёки тебраниш частотаси ( $f=1/T$ ), фазовий тезлиги( $V$ ) билан боғланган:  $\lambda=T \cdot V=V/f$ .

Сейсморазведкада 2÷120гц га тенг частотали сейсмик тўлқинлардан фойдаланилади. Улар жинслардаги 1дан 7км/с гача тезликда 3500÷9 метрли тўлқин узунлигини юзага келтиради.

Эластик импульсда монохроматик тўлқиннинг суперпозицияси (турли тўлқинларни устма-уст келиши натижасида ҳосил бўлган йиғиндиси) кузатилади. Ҳар бирининг фазовий тезлиги ( $V_n$ ), амплитудаси  $A_n \sin(\omega_n t + \phi_n)$ , айланма частотаси ( $\omega_n = 2\pi f_0$ ) билан белгиланади (бу ерда,  $t$ -вақт). Импульснинг фазовий тезлиги ўзгармас бўлганда, унинг гуруҳли тезлиги ( $U$ ) фазовий тезлик билан устма-уст тушади.

Дисперс (тўлқин ютиладиган) муҳитда (фазовий тезлик частота бўйича ўзгариши) импульснинг шакли тарқалиш натижасида ўзгаради. Бунда  $U > V_n$ , агар  $f$  катталашса,  $V_n$  ошиб боради,  $U < V_n$ , агар  $f$  – кичрайса,  $V_n$  камайиб боради.

### Геометрик сейсмиканинг асослари

Сейсмик тўлқинларнинг тоғ жинсларида тарқалиш қонунлари геометрик оптикадаги Гюйгенс-Ферма нуқтаи назарларига асосланган.

Гюйгенс нуқтаи назарига биноан тўлқин фронтининг ҳар бир нуқтасини мустақил тебраниш манбасини, яъни иккиламчи тўлқин манбаси деб ҳисоблаш мумкин: бунга асосан берилган тўлқин фронтининг айрим ҳолатларига қараб, бошқа ҳолатдаги тўлқин фронтини белгилаш мумкин.

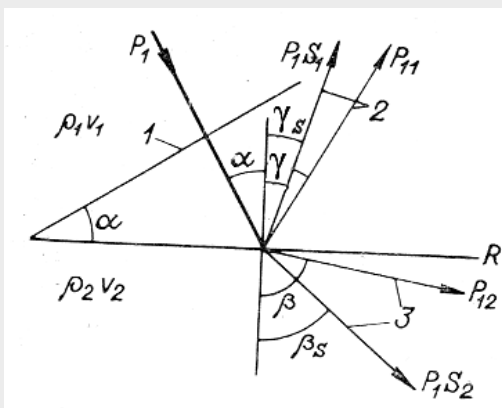
Ферма нуқтаи назарига биноан иккита нуқта орасидаги тўлқин энг кичик қаршилик этувчи йўл бўйлаб тарқалади, яъни энг қисқа вақт сарф қиладиган йўлни босиб ўтади. Унинг фикрига асосан(изотроп) муҳитларда сейсмик нур тўғри чизикдан иборат, чунки уларда тезлик доимо бир хил. Градиентли муҳитларда (тезлик аста – секин узлуксиз ўзгариб турганда) сейсмик нур эгри чизик ҳолига келади.

Тезлик бирданига (сакрабсимон) ўзгарганда(иккита муҳитлар чегарасида) сейсмик нур синик чизик кўринишида бўлади, яъни ҳар хил тезликка эга бўлган муҳитлар чегарасида ҳам қайтган, ҳам синган тўлқинлар ҳосил бўлади. Р-тушган(тўғри) бўйлама тўлқин:  $P_{11}$ ,  $P_1 S_1$ - қайтган бўйлама ва кўндаланг(алмашув) тўлқинлар;  $P_{12}$ ,  $P_1 S_2$ - синиб ўтган бўйлама ва кўндаланг(алмашув) тўлқинлари (Расм 64).

1) Қайтиш ва синиш бурчаклари Снеллус қонунига асосланган:

$$\frac{\sin \alpha}{V_1} = \frac{\sin \beta}{V_2} = \frac{\sin \gamma}{V_1} = \frac{\sin \beta_s}{V_{s2}} = \frac{\sin \gamma_s}{V_{s1}} = \frac{1}{V^*},$$

бу ерда,  $V^*$  -туюлувчи тезлик-кузатув юзаси бўйлаб тўлқин фронтининг тезлиги.



2) Қайтиш қонуни:  $\frac{\sin \alpha}{V_1} = \frac{\sin \alpha}{V_1}$ ; Р тўлқинга  $\alpha$ -

тушиш бурчаги;  $\alpha$ -қайтиш бурчаги

$\alpha = \gamma$  (чунки  $V_1 = V_2$ )

3) Синиш қонуни:  $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{V_1}{V_2}$ , бу ерда  $\beta$  -синиш

бурчаги.

Р тўлқиннинг тушиш бурчаги  $\alpha = 0^\circ$  га тенг бўлганда алмашув PS тўлқинлар ҳосил бўлмайди.

Қайтиш коэффиценти  $K_p = \frac{\sigma_2 V_2 - \sigma_1 V_1}{\sigma_1 V_1 + \sigma_2 V_2}$ , ёки  $K_p = \frac{A_{к.т}}{A_{туш}}$ , бу ерда,  $\sigma V$ -акустик

каттиклик;  $A_{\text{к.т}}$ -қайтган тўлқин амплитудаси;  $A_{\text{туш}}$ -тушган тўлқин амплитудаси.

$$\text{Ўтиш коэффициенти: } B_p = \frac{2V_1\sigma_1}{V_1\sigma_1 + V_2\sigma_2} = \frac{A_{\text{ут}}}{A_{\text{туш}}} = 1 - K_p, \text{ бу ерда, } A_{\text{ут}}\text{-чегарадан ўтган}$$

тўлқин амплитудаси.

Бу ифодалар тўлқин тепадан пастга  $\alpha=0^\circ$  бурчак билан(нормал) тушган ҳол учун келтирилган. Агар тўлқин пастдан тепага тарқалса  $K_p$  ва  $B_p$  ишоралари тескари бўлади.

### **Ўта позиция(суперпозиция) нуқтаи назари**

Мухитда бир неча тўлқин бир вақтнинг ўзида тарқалганда уларнинг ҳар бири худди бошқалари йўқдек ҳаракат қилади. Лекин тўлқинлар мухитнинг бирор нуқтасига бир вақтда етиб келганда, зарраларнинг тебранишлари тўлқинларнинг бир-бирига устма-уст тушиш натижасидек намоён бўлади(интерференция кузатилинади).

### **Ўзаро боғлиқлик нуқтаи назари**

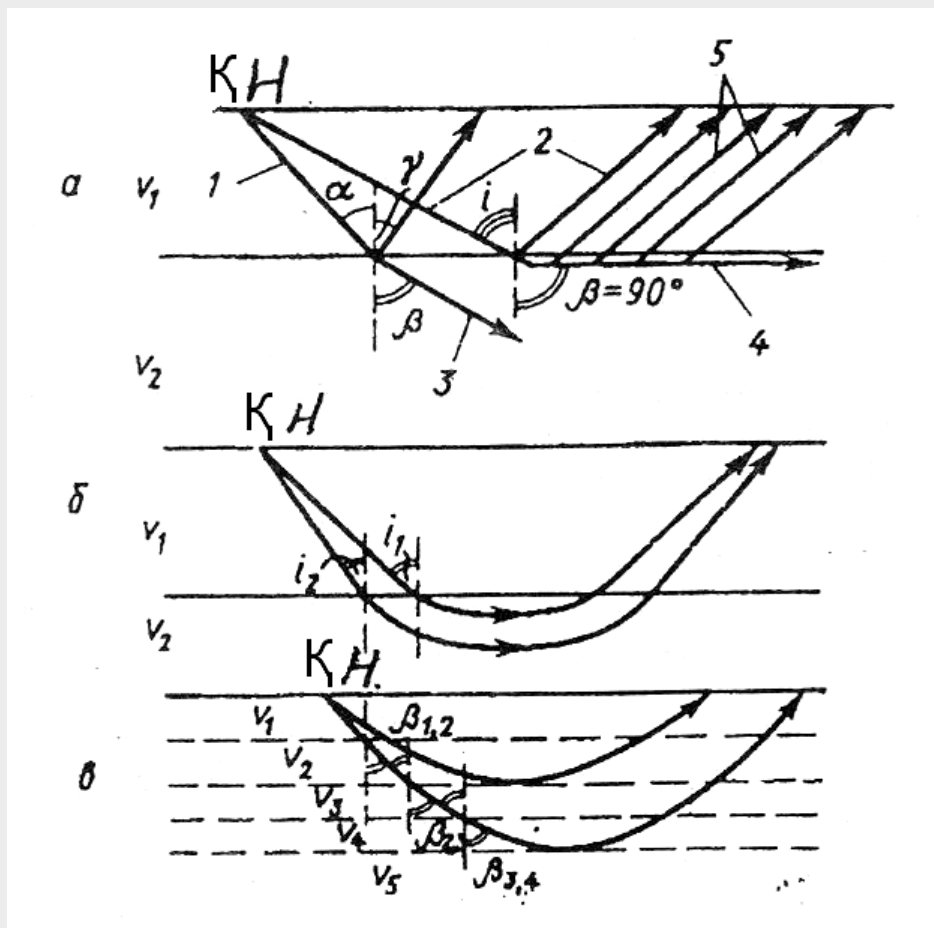
Агар сейсмик тебранишни қўзғатувчи ва қабул қилувчи манбаларнинг жойларини ўзаро алмаштирилса, унда шу нуқталарда кузатиш вақти, тўлқиннинг шакли ва зарраларнинг тебраниш сифати ўзгармайди.

*Сейсмик тўлқин турлари.* Қўзғатиш нуқтасидан ҳамма томонга эластик тўлқин тарқалади. Ер юзаси бўйлаб ва чуқурликка тўғри бўйлама ҳамда кўндаланг тўлқинлар тарқалади.

Мухитдаги турли чегараларга тушаётган эластик тўлқиннинг тезлик ўзгариши натижасида қайтган ва синган тўлқинлар пайдо бўлади. Бунда, худди тушиш тўлқини каби, қайтган ва синган тўлқин ҳамда бошқа тўлқинлар ҳам пайдо бўлади.

Бўйлама тўлқинлар тезлиги кўндаланг тўлқинларга нисбатан катта бўлганлиги учун қабул қилиш нуқталарида улар биринчи бўлиб қайд қилинади. Қўзғатиш усули билан ҳосил қилинган эластик тебранишда асосан бўйлама тўлқинлар пайдо бўлгани учун улар сейсморазведкада кўп қўлланилади. Кейинги қисмларда асосан бўйлама тўлқинлар тўғрисида сўз боради, гарчан пайдо бўлиш қонуниятига кўра, кўндаланг тўлқинлар катта аҳамиятга эга бўлса ҳам.

Бир турдаги бўйлама сейсмик тўлқинлар турли тўлқин қаршилигига эга бўлган юзалардан қайтади (бу юзалар акустик дейилади). Қайтган тўлқин ҳосил бўлиш шароити қуйидаги тенгсизлик  $\sigma_1 V_1 \neq \sigma_2 V_2$  билан ифодаланади. Бунда  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$  -биринчи ва иккинчи қатламлардаги тўлқин тезлиги ва зичлиги ( $\sigma V$  кўпайтirma акустик қаттиклик) (65а-расм). Қайтган тўлқинни ҳосил қилган чегаранинг қайтариш коэффициенти  $K = A_{\text{қайт}}/A_{\text{туш}} = (\sigma_1 V_1 - \sigma_2 V_2)/(\sigma_1 V_1 + \sigma_2 V_2)$  ( $\alpha=0^\circ$  шароитга) билан таърифланади. Бу ерда,  $A_{\text{туш}}$ ,  $A_{\text{қайт}}$ -тушган ва қайтган тўлқинлар амплитудаси.



**65-расм.** Бўйлама тўлқиннинг асосий турлари: а-1 – тўғри; 2 - қайтган; 3 – синиб ўтувчи; 4 – синиб тойган; 5 – бош синган тўлқинлар; б ва в – рефраген тўлқин.

Сейсморазведка усули учун  $V_2 > V_1$  шароит бўлганда, тўлқин тушиш бурчаги  $\alpha = i$  критик ёки тўлиқ ички қайтиш бурчагига тенг бўлганда, синиш бурчаги  $\beta = 90^\circ$  га тенг бўлганда, ҳосил бўлган бош синган тўлқинлар алоҳида аҳамиятга эга.

Бундай ҳолатда тўлқин чегарада синиб тойган тўлқин вужудга келади. Гюйгенс принципига асосан, айнан шу тўлқин чегара бўйлаб тарқалганда, устидаги муҳитда янги бош тўлқинларни юзага келтиради, улар сейсмик усулнинг синган тўлқинларга бағишланган қисмида ўрганилади. Синиш бурчаги:  $\beta = 90^\circ$  да  $\sin \beta = 1$  га тенг ҳолатдан критик бурчакни аниқлаш ифодаси қуйидагича:  $\sin i = V_1/V_2$ , яъни  $\sin i < 1$ . Тойган синган тўлқин чегара бўйлаб тарқалгани учун тезлиги чегаравий  $V_c$  тезлик деб аталади. Бир жинсли муҳитда  $V_c = V_2$  тенг.  $V_2 > V_1$  бўлгани сабабли тойган тўлқиннинг fronti тушган тўлқин фронтдан аста-секин олдинга ўтиб кетади.

Синиб ўтувчи тўлқинни ҳосил қилган чегаранинг ўтиш коэффициенти  $B = A_{\text{ўт}}/A_{\text{туш}} = 2\sigma_1 V_1 / (\sigma_1 V_1 + \sigma_2 V_2)$  билан таърифланади ( $\alpha = 0$  шароит учун). Бу ерда,  $A_{\text{ўт}}$ -чегарадан ўтган тўлқин амплитудаси бўлади. Агар, муҳитда эластик тўлқин тарқалиш тезлиги чуқурлик ўсиши билан узлуксиз тезлашса, ўтувчи нурлар қийшайиб, ер юзасига чиқади. Бундай тўлқинлар (ёйсимон) рефрагирлашган (рефраген) тўлқинлар дейилади. 65 б, в-расмда айнан шу тўлқинлар кўрсатилган. Агар доимий узлуксиздаги тўлқин тезликларини алоҳида юққа қатламларда  $V_1 < V_2 < V_3 \dots < V_n$  десак, уларнинг чегарасида синиб ўтувчи тўлқинлар тарқалади. Бунда чегараларга тушиш бурчаги синиш қонунига биноан чуқурлик томон ошиб боради ( $\beta_{1,2} < \beta_{2,3} < \dots < \beta_{n-1,n}$ ). Бу ҳолат  $\beta_{n-1,n} = 90^\circ$  бўлганга қадар кузатилади. Ундан сўнг тўлқин сейсмик нур тепага тарқалади ва ер юзасига чиқади. Бу хусусият шундан далолат берадики, манбадан кичик бурчак билан тарқалган тўлқин катта чуқурликка ўтади.

Сейсмик тўлқиннинг мураккаб муҳитда (дайкалар, узилма, тик қоя ва б.) тарқалиши натижасида унинг атрофида дифрагирлашган тўлқин пайдо бўлади.

Ҳаво ва Ер юзаси оралиғида юзаки Рэлея ва Лява тўлқинлари чуқурлашган сари тез

сўнади.

Юқорида қайд қилинган тўлқинлардан ташқари, чуқурликда пайдо бўлган бир неча ҳалакит этувчи тўлқинлар (тўлиқ ва тўлиқсиз кўп каррали қайтган, синган-қайтган тўлқинлар, товушлар, микросейсмалар ва б.) бўлади. Сейсморазведкада ўрганиладиган тўлқинлар бўйича қайтган ва синган тўлқинлар усуллари ажратилади.

Ҳар бир тўлқин, қайд қилиш пунктларида алоҳида қайд қилинади ва улар бир марта қайтган ёки бошқа ўзига ҳос тўлқинлар дейилади. Кўпинча улар биргаликда кузатилади.

Сейсморазведка жуда кўп тўлқинларни ажратиб ўрганиш, кинетик ва динамик хусусиятини аниқлаш, талқин қилиш (интерпретация) муаммоларини ечиш каби мураккаб жараёни ўз ичига олади.

*Сейсмик муҳитлар ва чегаралар.* Мавжуд геологик муҳитни ташкил этувчи қатламларда эластик тўлқин тарқалиш ва тезлик кесим хусусияти жуда мураккаб тузилишга эга.

Сейсмик муҳитнинг соддалаштирилган физик-геологик модели (ФГМ) қуйидагича. Бир хилдаги изотроп муҳитда эластик тўлқин тарқалиш тезлик катталиги ва йўналиши бўйича ҳар бир нуқтада ўзгармасдир.

Бир хилдаги анизотроп муҳитда эса, эластик тўлқин тарқалиш тезлиги турли йўналишлар бўйича турличадир. Бир хил қатламда тўлқин тезлиги ўзгармас бўлиб, фақат қатлам чегараларида сакраб ўзгаради. Градиент муҳитда тўлқин тарқалиш тезлиги узлуксиз чуқурликнинг функцияси бўлади. Кўп ҳолатларда тезлик, чуқурлик ошиши билан, ортади (тезлик градиенти бўлган вертикал муҳитда). Икки ўлчамли муҳитда тезлик вертикал ва горизонтал йўналишда, уч ўлчамли муҳитда эса уч хил йўналишда ўзгаради.

Шунинг учун сейсморазведкада қатламли муҳит модели қабул қилинган; ҳар бир қатламда тезлик ўзгармас ёки доимий ўзгаришда бўлади, қатлам чегараларида эса тўлқиннинг тезлиги кескин сакраши кузатилади.

Тўлқинлар пайдо бўлишида муҳитдаги қатламлар чегараларининг шакли ва таркиби алоҳида аҳамиятга эга. Кескин ўзгарган чегараларда акустик каттиклик 25% гача ўзгаради, кескин ўзгармаган чегараларда ўзгариш камроқ бўлади. Геометрик нуқтаи назарида сейсмик тўлқиннинг узунлиги  $\lambda$  катта бўлса сейсмик чегара силлик(яъни эгрилик сезилмайди). Тўлқин узунлиги кичик бўлганда чегарадаги ғадир-будирлиги сезилади ва сейсмик чегара ғадир-будир деб аталади.

### **Муҳит ва тоғ жинсларининг эластиклик ҳамда пьезоэлектрик хусусиятлари**

Тоғ жинсларининг асосий эластиклик кўрсаткичлари бўйлама ( $V_p$ ) ва кўндаланг ( $V_s$ ) тўлқинлар тезлиги, эластиклик модуллари ( $E$ ,  $\delta$  ва бошқалар), тўлқинларнинг ютилиши ( $b_p$ ,  $b_s$ ) ҳисобланади.

*Турли тоғ жинсларида тарқаладиган эластик тўлқинлар тезлиги.* Эластик тўлқиннинг тарқалиш тезлиги тоғ жинсларини аниқлашдаги асосий белги ҳисобланади. Уларни аниқлаш усуллари лабораторияда намуналардаги ўлчамлар, бурғилардаги сейсмик ва акустик кузатишлар, дала шароитида тезлик маълумотларини таҳлил қилиш турларига бўлинади.

Тоғ жинсларининг Юнг модули( $E$ ) катта ораликларда ўзгаради: чўкинди жинсларда  $0.03 \cdot 10^{10}$ - $9 \cdot 10^{10}$  н/м<sup>2</sup>; кристаллик жинсларда  $3 \cdot 10^{10}$ - $16 \cdot 10^{10}$  н/м<sup>2</sup>. Пуассон коэффиценти( $\nu$ ) эса, нисбатан кичик ораликда ўзгаради: чўкинди жинсларда 0.18-0.45; кристаллик жинсларда-0.19-0.38; сувда-0.5.

Тўлқин тарқалиш тезлиги жинслар таркиби, тузилиши, ҳолати, минерал зарраларининг зичлиги, чуқурлиги, метаморфизм даражаси, ўзгарганлиги, дарзликлари, намдорлиги, нураганлиги, нефтгаздорлиги ва бошқа омилларга боғлиқ.

Энг кичик тезлик ( $V_p$ ) кучсиз зичланган, Ер юзасига яқин ётган юқори ғовакли чўкинди жинсларда (0.1-1 км/с): қуруқ ғовак қумларда бўлади (0.5-1 км/с), нефтда (1,2 км/с), сувда (1,5 км/с), гилларда (1,3-3 км/с), кўмирда (1,8-3,5 км/с). Тезликнинг юқори қийматлари (3-6 км/с) каттик чўкинди жинсларда (оҳактош, мармар, доломит, туз ва б.) бўлса, энг катта тезлик (4-7,5

км/с) метаморфик ва вулкан жинсларида бўлади.

Тоғ жинсларининг бошқа хусусиятлари, яъни намдорлиги, зичлиги, метаморфизм даражаси  $V_p$ нинг катта тезликда бўлишини таъминлайди.

Тоғ жинсларида дарзликлар, ёриқлар, ғовакликлар ва сочма ҳолатда бўлиши, бўш жойларда ҳаво ва газлар бўлиши  $V_p$  тезлигининг камайишига олиб келади. Нефтга тўйинган жинсларда  $V_p$  сувга тўйинганлардан кам фарқ қилади. Кучли қатламчалардан иборат бўлган сланецларга турли йўналишдаги тезлик ҳосилдир: уларнинг бўйлама йўналишдаги тезлиги кўндаланг қат-қат қатламга нисбатан 10-20% кўпроқ. Жинсларнинг мутлоқ ёши (Т) қанчалик қари ва чуқурлиги (h) катта бўлса, тезлик шунчалик катта бўлади. Чўкинди жинслар учун қуйидаги эмпирик ифода маълум бўлиб, у тезлик ва бошқа омилларга боғлиқдир:  $V_p = Kh^{1/6}$  (K - пропорционаллик коэффиценти).

5-жадвал

| №   | Муҳит ва жинслар номи | V (км/с)    |                 |
|-----|-----------------------|-------------|-----------------|
|     |                       | -дан        | -гача           |
| 1.  | Ҳаво                  | 0,3         | 0,36            |
| 2.  | Тупроқ қатлами        | 0,2         | 0,8             |
| 3.  | кум, шағал, гравий    | 0,5         | 1,0             |
| 4.  | Сув                   | 1,43        | 1,59            |
| 5.  | Гил                   | 1,2         | 2,5             |
| 6.  | кумтош                | 1,5 (сочма) | 4,0 (жуда зич)  |
| 7.  | Сланецлар             | 2,0         | 5,0 (метаморф.) |
| 8.  | Оҳактош, доломитлар   | 3,0         | 6,0             |
| 9.  | Муз                   | 3,0         | 4,0             |
| 10. | Гранит                | 4,5         | 6,5             |
| 11. | Базальт               | 5,0         | 7,0             |

5-жадвалда айрим тоғ жинслари ва муҳитдаги бўйлама тўлқин тезлиги берилган. Бунда турли жинслардаги тезликнинг ўзгариш интервали, оралик катталиги ва айрим жинсларда бир хиллиги кўриниб турибди.

Кўндаланг тўлқин тезлиги ( $V_s$ ) бўйлама тўлқин тезлигига нисбатан кичик бўлади. Уларнинг бир-бирига нисбати турли жинсларда турлича бўлади ( $V_p/V_s$ ): 1,3-1,6 ғоваклиги газга тўйинган жинсларда; 1,5-2 сувга, нефтга тўйинган ва қовушқоқ жинсларда; 2-3 кучсиз цементлашган лёсслар, кумлар, гилларда. Бу нисбат билан Пуассон ( $\delta$ ) коэффиценти аниқланади.

*Тоғ жинсларида эластик тўлқиннинг ютилиши.* Тоғ жинсларидаги эластик тўлқин тарқалиш тезлигидан ташқари, шу жинсларда сейсмик энергиянинг ютилиш даражаси ҳам муҳим кўрсаткичлардан биридир. Бу эса, тўлқинлар тарқалиш, кучланиш ва узоққа тарқалиш хусусиятини белгилайди. Тўлқин ютилиши эластик энергиянинг қайтмас жараёнида сарф бўлиши ҳисобига кечади. Шу сабабга кўра узоқлиги “X” бўлган ясси гармоник тўлқин А амплитудаси камайиб боради, яъни  $A = A_0 e^{-bx}$ , бундан  $A_0$  – амплитуда кўрсаткичи; b – ютилиш коэффиценти.

Тоғ жинсларидаги ютилиш коэффиценти турлича бўлиб, у жинслардаги ғоваклар, дарзликлар кўпайиши ва чуқурлик камайиши, намдорлик камайиши билан катталашishi мумкин.

Ўрта ҳисобда вулқон, метаморфик ва цементлашган чўкинди жинсларда  $b = 10^{-5} - 10^{-3}$  (1/м), ғовакли чўкинди жинсларда эса,  $b = 10^{-3} - 0,5$  (1/м) га тенг.

*1.2.3. Қатламли муҳитдаги тезлик турлари.* Сейсмик муҳит ва чегаралар турли қатламли бўлгани учун эластик тўлқин тарқалиш тезлигининг ( $V_p$  ва  $V_s$ ) қуйидаги турлари фойдаланилади:

1. Ҳақиқий тезлик  $V_{\text{ҳак}}$  – бу жинснинг кичик ҳажмдаги тўлқин тезлиги. У намуналарда ультратовушларни ўлчаш билан аниқланади.

2. Қатлам тезлиги  $V_k$  – бу геологик кесимни ташкил этувчи ҳар бир қатламдаги эластик тўлқиннинг ўртача тарқалиш тезлиги.

3. Оралиқ тезлик  $V_{op}$  – ҳар бир оралиқдаги тўлқин тарқалишининг берилган оралиқ чуқурликдаги ўртача тезлиги.

4. Бир тўда қатламда ўртача тезлик  $V_{\bar{p}}$  – қуйидаги ифода билан аниқланади.

$$V_{\bar{p}} = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + \dots}{t_1 + t_2 + t_3 + \dots} \quad \text{– бир неча қатламдан иборат бўлган қалинликларнинг ўртача тезлиги.}$$

Бунда  $h_1, h_2, h_3, \dots$  – қалинликдаги алоҳида қатламларнинг қалинлиги;

$t_1, t_2, t_3, \dots$  – ҳар бир қатламдаги тўлқиннинг ўтиш вақти.

Қатламдаги, ўртача ва оралиқ тезликлари қудуқларда сейсмик кузатишлар натижасида аниқланади.

5. Самарали тезлик  $V_{\phi}$  – бу сейсморазведканинг қайтган тўлқинлар усули ёрдамида таҳлил қилиш билан гадографлардан аниқланадиган айрим ўртача тезликдир. Бунда қайтган чегара устидаги қалинлик ўзгармас деб олинади.

6. Чегаравий тезлик  $V_{\chi}$  – бу тўлқин синиш чегараси бўйича ҳосил бўлган тойган синиш тўлқиннинг тезлигидир. Улар синган тўлқинлар гадографларини таҳлил қилиш ёрдамида аниқланади.

7. Туюлувчи тезлик  $V_k$  ёки  $V^*$  – ихтиёрий тўлқин фронтининг кузатиш профили бўйича тарқалиш тезлигидир. Кузатиш профилининг нуқталар оралиғида  $\Delta x$  масофа ўзгаришида тўлқин фронтининг ўтиш вақти  $\Delta t$  га тенг, яъни  $V_k = \Delta x / \Delta t$ .

*Тоғ жинсларининг сейсмоэлектрик хусусиятлари.*

Тоғ жинсларининг сейсмоэлектрик хусусиятлари сейсморазведка ва электроразведка усуллари асосида ўрганилади. Сейсмоэлектрик хусусиятларга жинсларнинг турли пьезоэлектрик модуллари киради. Кристаллари асимметрик тузилишга эга бўлган минераллар (кварц, турмалин, сфалерит, нефелин ва б.) эластик деформация таъсирида, яъни механик кучи ( $F$ ) таъсирида уларнинг кирраларида электр зарядлари ( $q$ ) пайдо бўлади. Улар қуйидаги боғланишда бўлади:  $q = dF$ ,  $d$  – пьезоэлектрик модул.

Пьезоэлектрик модул ( $d$ ) поляризациянинг йўналиши ва деформациясига кўра ҳар бир пьезоэлектрик минералда ҳар томонлама ўзгаради.

Таъсир этувчи куч 9 та тармоқдан  $F_{ij}$  иборат, бунда  $i, j = x, y, z$  яъни деформация ва механик кучланишнинг 9 та компонентига тўғри келади. Бу ҳолатни шундай тушунтириш мумкин: ҳар бир кристаллнинг уч томонига учта координата йўналиши бўйича куч таъсир этади ва алоҳида томонларга ҳам шу уч координат йўналишдаги куч таъсир этади. Шу билан кристаллнинг пьезоэлектрик модули 9 та механик тензор билан аниқланади. Уларнинг поляризациялар вектори учта координата ўқлари билан устма-уст йўналган. Шунинг учун ҳар бир кристалл 27 та пьезоэлектрик модулга ( $d_{ijk}$   $ij, k = x, y, z$ ) эга.

Пьезоэлектрик модулдан ташқари, Юнг модули билан боғлиқ бўлган диэлектрик ва бошқа константалар ҳам бўлиши мумкин.

Кулонни Ньютонга (кл/н) нисбати билан ўлчанадиган максимал пьезоэлектрик модулнинг қиймати кварцда  $0,6 \cdot 10^{-3}$  дан  $2 \cdot 10^{-3}$  гача, турмалинда  $0,3 \cdot 10^{-3}$  дан  $3 \cdot 10^{-3}$  гача, нефелинда  $0,5 \cdot 10^{-3}$  дан  $2 \cdot 10^{-3}$  гача бўлади.

Кўпгина минералларда  $d = 10^{-5}$  кл/н дан ошмайди.

Тоғ жинсларидаги пьезоэлектрик хусусият нафақат пьезоэлектрик минераллар борлиги билан, балки уларнинг маълум тартиби билан ҳам аниқланади. Жинсдаги кристаллнинг бирорта элементида симметрик йўқолган бўлса, бу жинс  $d$  нинг ошгани билан ажралиб туради ва унда пьезоэлектрик текстурага тааллуқли бўлади.

Кварц кўп бўлган жинслар, айниқса, тоғ хрустали пьезоэлектрик модулнинг катталиги билан минераллардан ажралиб туради. Гарчи улар 10-100 маротаба кичик бўлса ҳам, уларни  $d$  нинг  $10^3$  дан  $10^6$  гача камайиши бўйича қуйидагича тартибда жойлаштириш мумкин: томирли

кварц-пегматит томирларидаги кварц ядролари-кварцитлар-гранитлар- гнейслар-кумтошлар. Бу ҳолат шу билан тушунтириладики, вулкон жинслари ҳосил бўлишида минералларнинг томонлари нисбатан кристаллографик ўқ бўйича жойлашади, чўкинди жинсларда эса, тартибсиз жойлашади.

Таркибида нефелин бўлган тоғ жинсларида  $d$  нинг миқдори  $10^{-6}$  дан  $10^{-4}$  кл/н гача бўлади, тоғ жинсининг таркибидаги бошқа минералларида пьезоэлектрик миқдори  $d=10^{-5}$  кл/н. Бундай тоғ жинсларида пьезоэлектрик модул нафақат жинслардаги пьезоэлектрик минераллар билан, балки уларнинг ҳосил бўлиши диэлектрик ўтказувчанлиги ва эластиклик хусусиятларига ҳам боғлиқ.

Сейсмоэлектрик таъсирчанлик намли жинсларнинг электрокинетик жараёнларига боғлиқ. У жинсларнинг минерал таркиби, структураси ва текстураси, асосан, ғоваклиги, намлилиги, эритган тузлар миқдorigа боғлиқ. Ғоваклик ва намлилиги ошиши билан  $d$  ҳам ошади. Жинслардаги эркин намлар ҳисобига  $d$  ўзгариши ёки камайиши мумкин. Қайд қилинган геологик-геоэлектрик омиллардан ташқари,  $d$  жинсларнинг электрик ва эластиклик хусусиятларига ҳам боғлиқ. Геологик-гидрогеологик маълумотлардан ташқари, улар электрик ва эластик омилларга ҳам боғлиқ. Умуман намли жинсларда пьезоэлектрик модуль  $10^{-6}$  дан  $10^{-4}$  кл/н гача ўзгаради.

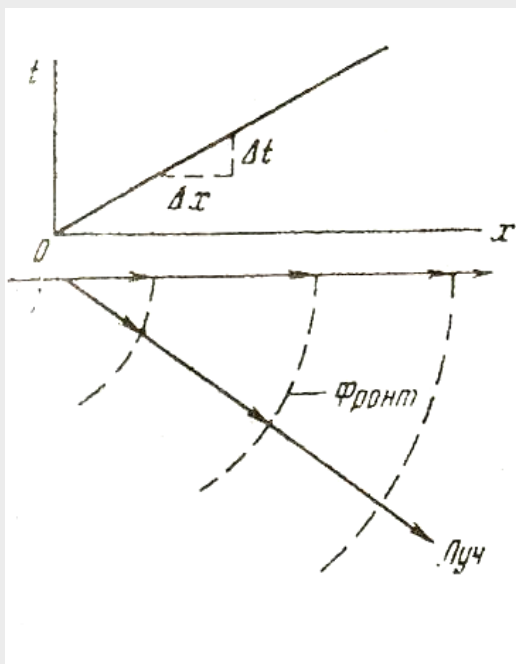
### **Сейсморазведканинг тўғри ва тескари масалаларини ечиш принциплари**

*Сейсморазведканинг тўғри масалаларини ечиш принциплари.* Сейсморазведканинг тўғри вазифалари деб, сейсмогеологик кесимда вақт ўтиши ( $t$ ) ва амплитудани ( $A$ ) ҳисоблаш тушунилади. Бунда геологик объектларнинг қалинлиги, чуқурликдаги ётиши, шакли, ўлчами ва эластик тўлқиннинг тарқалиш тезлиги, тўлқин тарқатаётган манбанинг жойи аниқ бўлади. Сейсмик тўлқинларнинг бир хил бўлмаган қатламларда, тўғри динамик масалаларини ечиш қуйидагича:

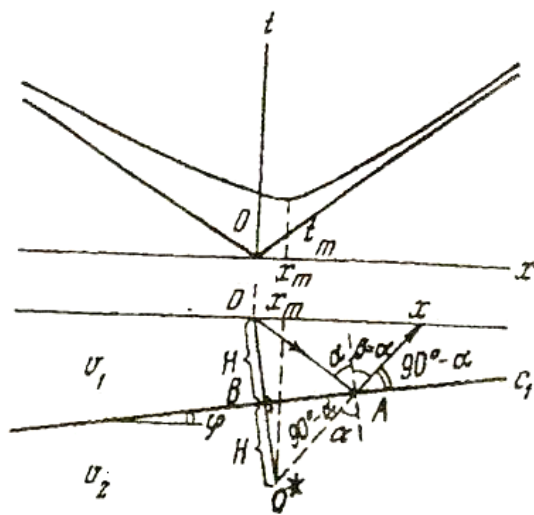
$$\frac{1}{V^2} \cdot \frac{\partial A}{\partial t} = \frac{\partial^2 A}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 A}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 A}{\partial z^2}$$

Бунда  $V$ ; ( $V_p$  ёки  $V_s$ ) тўлқин тезлиги.  $A$  ( $t, x, y, z$ )-(x,y,z) муҳитда турли вақтларда тарқаладиган тўлқин амплитудаси. Бу тенгламани чегаравий шароитларни эътиборга олиб ечиш анча мураккаб, шунинг учун уни оддий муҳит моделига ечиш лозим. Маълум модел учун тўлқин ўтиш вақти ва тарқалган манбаани билган ҳолда ечиш осонроқ. Тўғри масалаларни ечишнинг анъанавий натижаси годограф тенгламаларини олишдан иборатдир. Годогров – бу тўлқиннинг кузатиш вақтининг қўзғатиш манба ва кузатиш нуқталари оралиғидаги масофа билан боғлиқлигидир, яъни  $t = t(x)$ .

Сейсморазведка тўғри масаласининг энг оддийси, тўғри тўлқиннинг годографини олишдан иборат. Бу бошқа геофизик усулларда меъёрий (нормал) майдоннинг вазифаси дейилади (66-расм). Бир жинсли муҳитда тўғри тўлқин ҳосил қилган эластик импульснинг вақти  $t=x/V$  га тенг. Манбадан ўтган тўғри чизиқли кесмада кузатилган тўғри тўлқиннинг чизиқли годограф координаталар бошидан чиқувчи қия тўғри чизиқ шаклида бўлади. Қиялик бўйича тўғри чизиқдан туюлувчи тезликни  $V_k=\Delta x/\Delta t$  аниқлаш мумкин.



66-расм. Тўғри тўлқин тенгламасига эришиш



67-расм. Икки қатламли кесимдаги қайтган тўлқиннинг годографи тенгламасига эришиш

### Қайтган тўлқинлар усулини тўғри ва тескари масалалари

Қайтган тўлқинлар усули – геологик кесимдаги турли акустик қаттиқликка эга бўлган қатламлар чегараларида манбадан тарқалиб тушган тўлқин ҳосил этган қайтган тўлқинларни ўрганишга асосланган.

*Тўғри масала* – сейсморазведканинг қайтган тўлқин усулидаги тўғри масала кесимдаги қатламнинг аниқ қалинлиги ва тўлқин тарқалиш тезлигидан годограф тенгламасини топишдан иборат. Оддий ҳолат икки қатламли бир жинсликка эга бўлган кесим, сақрама акустик қаттиқлик ва қатламнинг устки чегараси қия йўналишдан ташкил топади. Қатлам устидаги муҳитда эластик тўлқин  $V_1$  тезликда тарқалади,  $V_2$  тезликда эса, иккинчи муҳитда, уларнинг чегарасидаги бурчак  $\varphi$  га тенг бўлсин (67-расм). Агар муҳит чегарасида қуйидаги  $\sigma_1 V_1 \neq \sigma_2 V_2$  шароит бажарилса, унда бир марта қайтган тўлқин ҳосил бўлади ва қайтиш бурчаги  $\beta$ , тушиш бурчаги  $\alpha$  га тенг бўлади. Годограф тенгламасини топиш талаб қилинади, яъни тўлқин ўтиш вақти  $t$ , масофаси  $X$  ва  $V_1$  тезликдаги тўлқин тарқалиши, қайтарувчи чегаранинг чуқурлиги  $H$  ва қиялик бурчаги  $\varphi$  оралиқларидаги боғлиқлик аниқланиши керак.

Кузатиш кесими бўйича қайтган тўлқиннинг  $X$  нуқтадаги вақти  $t = (OA + Ax)/V_1$  га тенг.  $O^*$  -мавҳум манба тўлқин ҳосил қилиш жойи деб тасаввур қилинади ва чегарага  $O''$  манбадан ўтказилган перпендикулярда  $OB = BO^*$  қилиб белгиланади. Бунда  $OAB$  ва  $O^*AB$  учбурчаклар тенгдир,  $\alpha = \beta$  ва  $\angle BAO^* < \angle XAC_1$ ,  $O^*A$  ва  $AX$  бўлак бир чизикда ётади ва  $OA + Ax = \sqrt{(x_m O^*)^2 + (x - x_m)^2}$  бўлади.

$OO^*x_m$  тўғри бурчакли учбурчакдан  $Ox_m = x_m = 2H \sin \varphi$ ;  $O^*x_m = 2H \cos \varphi$  га эга бўламиз. Демак,

$$t = \frac{1}{V_1} \sqrt{(x - x_m)^2 + (x_m O^*)^2} = \frac{1}{V_1} \sqrt{(x - 2H \cos \varphi)^2 + (2H \sin \varphi)^2} = \frac{1}{V_1} \sqrt{x^2 + 4H^2 - 4Hx \sin \varphi}.$$

Бу бир марта қайтган тўлқин годографининг чизикли тенгламаси дейилади. Олинган тенгламани гиперболоа тенгламаси деб ҳам кўрсатиш мумкин. Ҳақиқатда годограф тенгламасидан

$$\frac{t^2}{4H^2 \cos^2 \varphi} - \frac{(x - 2H \sin \varphi)^2}{4H^2 \cos^2 \varphi} = 1. \text{га эга бўлиш мумкин.}$$

Бу ҳақиқатда ўқи  $t$  га параллел бўлган ва  $X$  ўқ бўйича  $2H \sin \varphi$  га сурилган гиперболадир. Годограф тенгламасидан унинг айрим хусусиятларини топиш мумкин:

$$\text{Агар, } x_0 = 0 \text{ } \partial a, t_0 = \frac{2H}{V_1}; \quad x_{\min} = 2H \sin \varphi; \quad t_{\min} = \frac{2H \cos \varphi}{V_1} \text{ эга бўлади.}$$

$X > 4H$  бўлган ҳолда қайтган тўлқин годографи тўғри тўлқин годографига деярли яқинлашувини кўрсатиш осондир.

Агар, годограф тенгламаси учун манба(портлаш) нуқтасидан профил бўйлаб қатлам кўтарилиш йўналишида  $4Hx \sin \varphi$  ҳолатда «минус» белги турса, унда қатлам ётиши йўналишидаги нуқталар учун «плюс» белгиси туриши лозимлигини кўрсатиш енгил.

Демак, бир хил таркибли икки қатламли кесимдан қайтган тўлқиннинг тўғри масаласини ечиш учун қуйидаги годограф тенгламаси олинади:

$$t = \frac{1}{V_1} \sqrt{x^2 + 4H^2 \pm 4Hx \sin \varphi}$$

$$\text{Агар, чегара } \varphi=0 \text{ билан ётса, унда годограф тенгламаси } t = \frac{1}{V_1} \sqrt{x^2 + 4H^2} \text{ билан}$$

ифодаланади.

Қайтган тўлқиннинг туюлувчи тезлигини аниқлаш учун  $V_K = \Delta x / \Delta t$  ифодадан ташқари годограф тенгламасини дифференциялаш орқали чиққан формулани ҳам ишлатиш мумкин.

$$\text{Масалан, } \varphi=0^\circ \text{ холга } \frac{dt}{dx} = \frac{X}{V_1 \sqrt{x^2 + 4H^2}} \text{ га тенг. Бундан } V_K = 1 / \frac{dt}{dx} = \frac{V_1 \sqrt{x^2 + 4H^2}}{x} \text{ га тенг.}$$

Агар,  $X=X_0=0$  бўлса  $V_K=\infty$  га тенг.

Агар,  $X \rightarrow \infty$  интилганда  $V_K$  чегарани устида ётган муҳит тезлигига интилади, яъни  $V_1$ га.

Амалда қайтган тўлқин годографининг ихтиёрий нуқтасида аниқлаш учун шу нуқтага ўтказилган уринманинг қиялиги бўйича  $V_K = \frac{\Delta x}{\Delta t}$  ифода орқали ҳисобланади.

*Тескари масала.* Қайтган тўлқиннинг тескари масаласи – икки муҳитдаги қиялик контакти бўйича, биринчи қатламдаги  $V_1$  ни (қайтган тўлқин усулида бу  $V_{\text{эф}}$  – самарали тезлик дейилади) ва  $H$ ,  $\varphi$  нинг геометрик аломатларини аниқлашдан иборат.

Тескари масала годограф тенгламасини турли йўллари билан ечиш асосида ечилади.

Уларнинг оддийларини кўриб чиқамиз.

**А. Қайтарувчи чегарани қопловчи қатламдаги қайтган тўлқинлар годографи орқали доимий фарқлар(айирмалар) ва ҳар хил учрашувчи годографлар усуллари билан эффектив тезликни аниқлаш.** Якка годографларни таҳлил қилишда доимий фарқлар усули ишлатилади. Бир-биридан  $m$  масофада бўлган кесмадаги икки нуқта учун годограф тенгламадан фойдаланиб қуйидаги ифодани оламиз:

$$V_1^2 t_1^2 = x^2 + 4H^2 - 4Hx \sin \varphi;$$

$$V_1^2 t_2^2 = (x + m)^2 + 4H^2 - 4H(x + m) \sin \varphi$$

Иккинчи тенгламадан биринчисини айирмасини ҳисоблаб ва  $U = t_2^2 - t_1^2$  билан белгилаб,  $V_1^2 U = 2xm + m^2 - 4Hm \sin \varphi$  ни ҳосил қиламиз (бу тўғри чизик тенгламаси).

Бунда,  $V_1=V_{эф}$  деб,  $X$  ва  $U$  координата тизимидаги бурчакли коэффициентдан  $V_{эф}$  ни топиш мумкин. Тенгламани дифференциаллаб  $dU = 2mdx/V_{эф}$  га эга бўламиз. Тўғри чизик учун  $dU/dx = \Delta U/\Delta x$  ни назарда тутиб, ҳисоб учун қуйидаги формулани осонгина олиш мумкин:

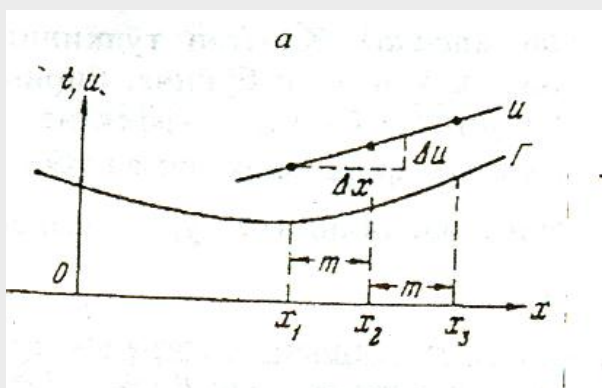
$$V_{эф} = \sqrt{2m \frac{\Delta x}{\Delta U}}.$$

Ушбу формулани амалиётда тадбиқ қилиш қуйидагича бўлади. Годографда бир қанча жуфт нукталар ( $t_1, t_2; t'_1, t'_2; t''_1$  ва  $t''_2$ ) бир-биридан « $m$ » масофада жойлашади. Ҳар бир жуфт вақт учун "U" функция топилади  $U_i = t_2^2 - t_1^2$  ва  $(X, U)$  координаталар тизимида  $U(X)$  функция графиги чизилади (68а-расм). Чизилган тўғри чизик графигининг қиялиги бўйича  $\Delta X$  ва  $\Delta U$  аниқланади ва ундан  $V_{эф}$  ҳисобланади.

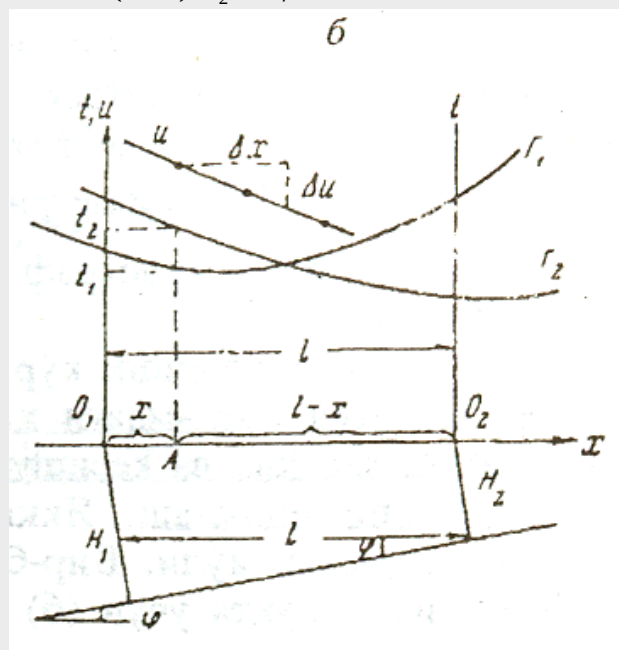
**Учрашувчи годографлар усули.** Агар икки учрашувчи годографлар бўлса (68 б-расм), профилнинг битта нуктаси  $X$  учун годографлар тенгламаси қуйидаги кўринишда бўлади:

$$V_{эф}^2 t_1^2 = x^2 + 4H_1^2 - 4xH_1 \sin \varphi;$$

$$V_{эф}^2 t_2^2 = (l-x)^2 + 4H_2^2 + 4(l-x)H_2 \sin \varphi$$



**68-расм.** Қайтган тўлқин усулининг доимий фарқлар (а) ва учрашувчи годографлари (б) йўли билан эффектив тезликни аниқлаш.



$H_2=H_1-l\sin\varphi$  ни назарда тутиб, иккинчи тенгламадан биринчини айирамиз ва  $t_2^2 - t_1^2 = U$  ни киритиб, тенгламанинг ўнг қисмидаги  $X$  дан ташқарисини  $B$  га алмаштириб, қуйидаги ифодани оламиз:

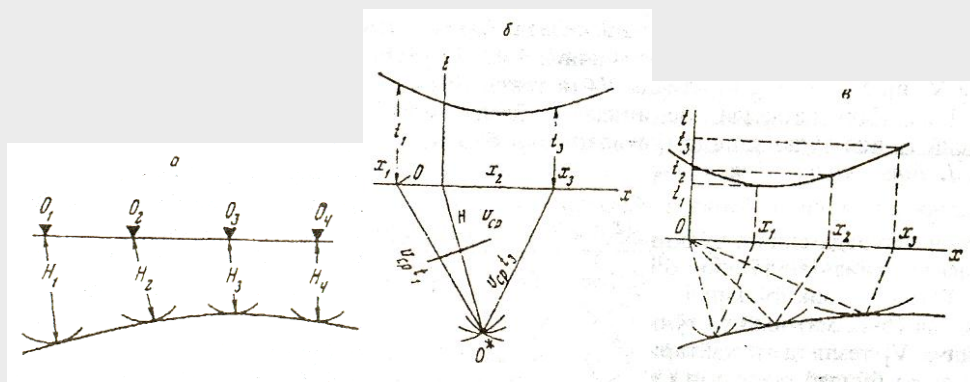
$$V_{эф}^2 U = -2lx \cos 2\varphi + B$$

Охирги тенглама  $U, x$  координат тизимидаги тўғри чизикнинг тенгламаси ҳисобланади. Тўғри чизикқа  $dU/dx = \Delta U/\Delta x$ .

Бундан, 
$$\frac{dU}{dx} = \frac{\Delta U}{\Delta x} = -\frac{2l \cos 2\varphi}{V_{эф}^2} \text{ ва } V_{эф} = \sqrt{2l \cos 2\varphi \left| \frac{\Delta x}{\Delta U} \right|}$$

$$\varphi < 10^\circ, \cos 2\varphi \approx 1 \text{ бўлганда, } V_{эф} = \sqrt{2L \frac{\Delta x}{\Delta U}} \text{ келиб чиқади.}$$

Бу формуланинг амалий тадбири ( $U, x$ ) координат бўйича тўғри чизик ўтказишдан ва  $V_{эф}$  ни шу чизик бўйича  $\Delta U / \Delta x$  нинг бурчакли коэффициентидан аниқлашдан иборат.



69 – расм . Қайтарувчи чегарани а-  $t_0$ ; б – белгилар; в – эллипс усуллари билан тузиш

**Б. Қайтарувчи чегараларни тузиш усуллари.**  $V_{эф} = V_1$  га эга бўлиб, акс эттирувчи чегаранинг чуқурлиги ва қиялигини аниқлаш, яъни унинг чегарасини белгилаш мумкин.

Бундай чегараларни оддий йўл билан тузишнинг бир нечта усуллари мавжуд:  $t_0$ , белгилар (кесиштириш), эллипслар усули ва бошқалар.  $t_0$  усулида  $t_0 = 2H/V_1$  га тенг бўлиб, бунда  $t_0$  – қўзғатиш нуқтасидаги вақт годограф бўйича аниқланади ( $x=0$ даги вақтга тенг) ва унинг ётиш чуқурлиги  $H = t_0 V_1 / 2$  га тенг бўлади.

Бир нечта қўзғатиш нуқтасига (бир қанча годографлар учун)  $H$  радиуслар билан  $X=0$  бўлган нуқталардан айланалар белгиланади ва уларга умумий уринма ўтказилади (69а расм). Ўтказилган умумий уринма изланаётган қайтарувчи чегара деб олинади.

**Белгилар усули.** Кузатган годографдан 3-4 нуқталардаги вақтлар  $t_i$  олиниб, улардан  $R_i = V_1 t_i$  радиусли айланалар белгиланади. Белгилар бир нуқтада кесишиб, мавҳум қўзғатиш нуқтаси  $O^*$  жойлашишини белгилайди, қайтарувчи чегара эса,  $OO^*$  га перпендикуляр ҳолда ўртада жойлашади (69 б расм).

**Эллипслар усули.** Тўғри чегарага эга бўлмаган кесимда акс эттирилувчи чегара эллипслар йўли ёрдамида тузилади. Маълумки, эллипс – бу ҳар бир нуқта икки фокус орасидаги доимий бир хил масофага эга бўлган эгри чизикдир. Эллипснинг фокуслари учун  $O$  ва  $x_1$  ни қабул қилиб,  $S_i = V_1 t_i$  ( $S_i$  – бу манбадан қайтариш нуқтагача ва қайтариш нуқтадан кузатиш пикетгача тўлқинни умумий ўтган йўли). Доимий масофада, акс эттирувчи майдон эллипс шаклида эканлигини кўриш мумкин (69в расм). Бу эллипсни тузиш қуйидагича амалга оширилади.  $S_i$  узунликка эга бўлган ип олинади ( $S_1$  узунлиги, кесма тузилаётган масштаб билан бир хил бўлиши шарт). Ипнинг учлари  $O$  ва  $x_1$  нуқталарга маҳкамланади. Ипни қалам билан таранг тортиб эгри чизик чизилган ҳолда эллипсга эга бўламиз. Шунга ўхшаш эллипсларни чизиб ва уларга ўтказилган умумий уринма акс эттирувчи чегара чиқарилади.

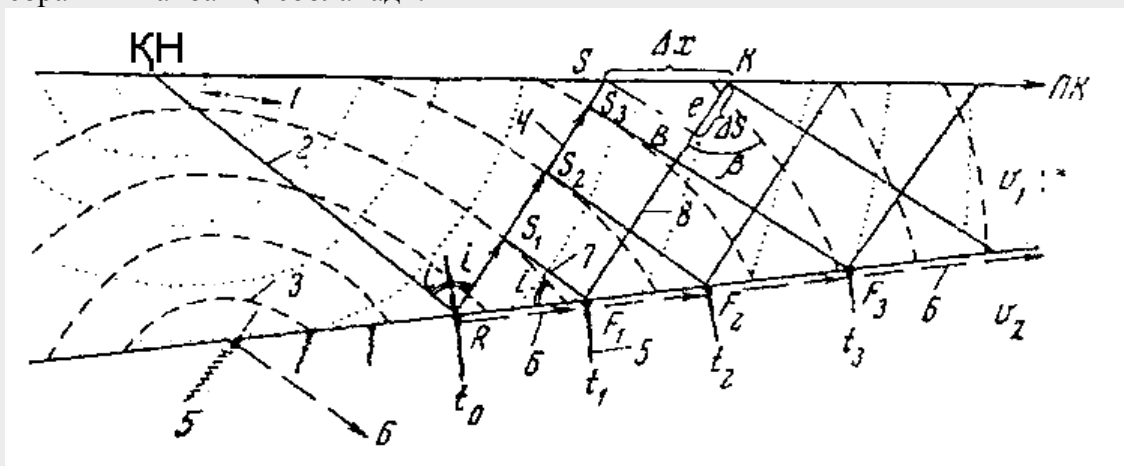
Келтирилган мисол икки қатламли кесимга тегишли бўлиб, уни кўп қатламли кесимга ҳам тадбиқ қилиш мумкин. Бунда  $V_1$  тезликка эга бўлган қатламни кўп қатламли кесимдаги ўртача тезлик ва  $H_1$  қалинликка алмаштириш лозим. Бунда ўртача  $V_{ўр}$  тезлик самарали  $V_{эф}$  тезликка тенг деб олинади.

#### **Синган тўлқинлар усулининг тўғри ва тескари масалалари.**

Синган тўлқинлар усули – ҳосил бўлган бош синган ёки рефрагирлашган тўлқинларни ўрганишга асосланган.

*Бош синган тўлқиннинг ҳосил бўлиши.* Мухитларда  $V_2 > V_1$  шароит тўғри келганда ва тузиш бурчаги  $\alpha = i$  га, синиш бурчаги  $\beta = 90^\circ$  га тенг бўлади ва чегарада бош синган тўлқин ҳосил бўлади.

Тўғри сферик тўлқин  $i$  критик бурчак остида тушишидан  $R$  нуктада (70-расм) иккита тўлқинни вужудга келтиради: биттаси  $RS$  ўқ бўйича  $V_1$  тезликдаги қайтган, иккинчиси эса,  $V_2$  тезликдаги чегара бўйлаб сирғанган ( $V_2$  одатда  $V_2$  га тенг). Буни намойиш қилиш мақсадида Гюйгенс принциpidан фойдаланамиз. Гюйгенс принципига асосан тўлқин фронтидаги ҳар бир нукта тебраниш манбаи ҳисобланади.



**70 - расм.** Сейсмик тўлқинларнинг ҳосил бўлиш шароити: 1,2 – тўғри тўлқин нури ва фронти; 3,4 – қайтган тўлқин фронти ва нури; 5,6 – сирғанувчи синган тўлқин фронти ва нури; 7,8 – бош синган тўлқин фронти ва нури.

$R$  нуктадан  $V_1$  тезлик билан қайтган тўлқин фронти тарқалади. Маълум  $t_1$  вақтдан сўнг қайтиш  $S_1$  га кўчади. Шу вақт мобайнида  $V_2$  муҳитдаги ўтувчи синган тўлқиннинг фронти кесимга перпендикуляр ҳолатда  $F_1$  нуктага етади. Шунга мос ҳолда  $t_2$  вақт ичида бу тўлқинлар фронти  $S_2$ ,  $F_2$  нукталарга етади,  $t_3$  вақтда эса  $S_3$ ,  $F_3$  ва ҳоказо.  $V_2 > V_1$  бўлгани учун синган тўлқин қайтганга нисбатан тезроқ тарқалади. Синган сирғанувчи тўлқин фронти қатламлар чегарасида силжиб, юқориги қатламда Гюйгенс нуктаи назарига асосан тебранишни юзага келтиради. Ана шу тебраниш бош синган тўлқин дейилади. Ҳақиқатдан,  $t_1$  вақт мобайнида юқори муҳитда  $S_1 F_1 R$  учбурчакли тебранишни,  $t_2$  вақтда эса,  $S_2 F_2 R$  ли тебраниш майдонини ташкил этади. Баъзи янги бош тўлқинлар  $t_1$  вақтда  $S_1 F_1$  тўғри чизиғи,  $t_2$  вақтда  $S_2 F_2$  тўғри чизиғи бўйича йўналади. Бир томонлама бош синган тўлқин фронти қайтган тўлқин фронтига уринма бўлади, иккинчи томондан сирғанувчи синган тўлқин устига туташади. Бош тўлқин пайдо бўладиган  $S$  нуктада қайтган ва бош тўлқин фронтлари ер юзасига бир вақтда етиб келади, ундан кейин эса, қайтган тўлқин тезлиги кичик бўлгани учун бош тўлқиндан кечроқ келади.

Бош синган тўлқинлар фронти чегара текис бўлганда конуссимон шаклда бўлади. Шунинг учун бош синган тўлқинлар конуссимон тўлқинларга киради.

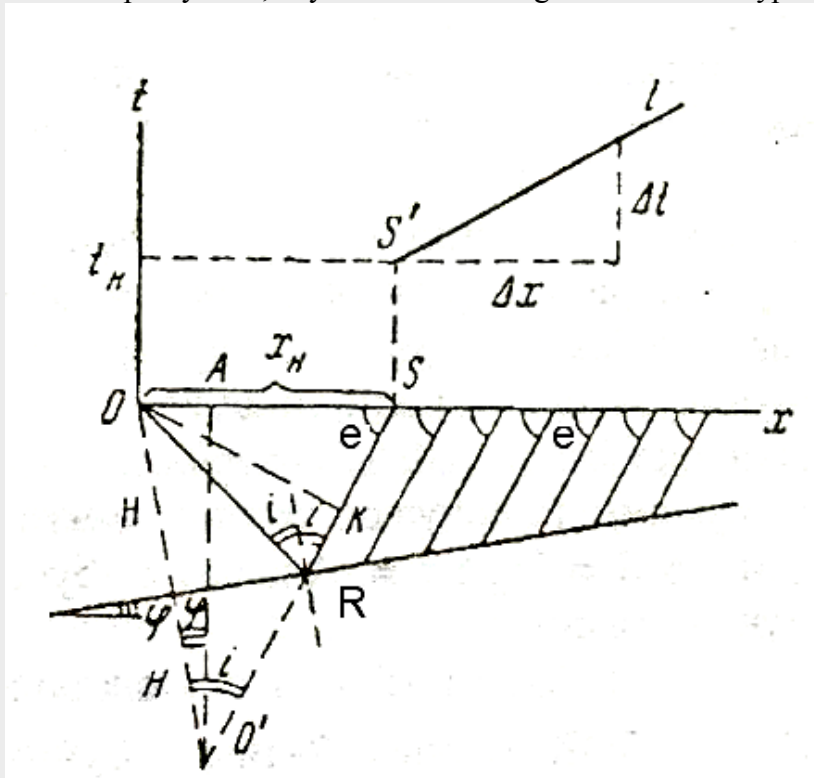
70-расмда кўриниб турибдики, бош синган тўлқин фронти,  $i$  бурчак остидаги қия текисликдан иборат, фронтга перпендикуляр нурлар эса кузатиш юзасига нисбатан доимий  $i$  бурчак остида бўлади. Бош тўлқин фронти кузатиш йўналиши бўйича  $V_k = \Delta x / \Delta t$  туюлувчи тезлик билан тарқалади.  $SBK$  учбурчаги орқали туюлувчи тезликни олиш мумкин (туюлувчи тезлик қонуни, Бенндорф қонуни). Дарҳақиқат,  $\Delta S = V_1 \Delta t = \Delta x \cos e$ , бунда  $V_k = V_1 / \cos e$ , яъни бир жинсли муҳит учун  $V_k = \text{const}$ .  $\Delta x / \Delta t = V_1 / \cos e$ . Бенндорф қонуни туюлувчи  $V_k$  ва муҳит тезлиги  $V_1$  билан боғлайди.

Сейсмик радиацияси  $\angle e$  бурчаги билан  $\phi$  ва  $i$  ораликларидаги алоқадорликни аниқлаймиз:  $SOK$  бурчак 70-расм бўйича  $AO'S$  бурчакка эга. Бу бурчак  $i - \phi$  га тенг (ўзаро перпендикуляр томонлар бурчагидек). Шунинг учун  $e_b = 90^\circ - (i - \phi)$  бундан  $V_{kb} = V_1 / \sin(i - \phi)$  бўлади.

Қатлам кўтарилишига қараб  $e$  ва  $V_k$  ларни белгилаш учун «В» индекси олинган. Агар қатлам ётиши бўйича «П» индекси олсак, у ҳолда  $e_p = 90^\circ - (i + \phi)$ ,  $V_{kp} = V_1 / \sin(i + \phi)$  бўлишини исбот қилиш мумкин.  $S_b$  ва  $S_p$  нукталар синган тўлқин бошланадиган нукталардир. Улар орасида синган тўлқинлар кузатилмайди. Туюлувчи тезликлар чегарани ётиши бўйича кичик, кўтарилиши бўйича эса катта, яъни  $V_{kb} > V_{kp}$ .

Икки муҳитдаги қия чегара учун бош синган тўлқинининг чизиқли годографининг тенгламасини чиқариш (тўғри масала). Бир жинсли муҳитда  $V_1$  тезликда эластик тўлқин тарқалган ва иккинчи қатламдаги текис чегарадаги тезлик  $V_2 > V_1$  бўлсин. Бош синган тўлқин годографининг тенгламасини тузиш талаб қилинади, яъни тўлқиннинг ( $x$ ) масофадан келиш вақти ( $t$ ) орасидаги назарий боғлиқликни аниқлаш назарда тутилади. Бунда ( $V_1$  ва  $V_2$ ) эластик тўлқин тарқалиш тезлиги, ( $H$ ) чегаранинг акс-садо чуқурлиги, ( $\varphi$ ) синиш текислиги қиялигининг бурчаги инобатга олинади (71-расм).

Юқорида кўрсатилгандек, кесимдаги биринчи кузатиш  $S$  нуқтаси бош тўлқиннинг бошланиш нуқтаси дейилади. Чунки синган тўлқин биринчи бўлиб  $S(x_H, t_H)$  нуқтада қайд қилинади. Бош синган тўлқинлардаги ҳамма нурлар параллел бўлгани учун  $\angle e$  бурчаг ва  $V_k = \Delta x / \Delta t$  ўзгармасдир, бу ҳолда, синган тўлқиннинг чизиқли годографи  $X$  ўқига нисбатан доимий қиялик билан ётган тўғри чизикдан иборат. Шундай қилиб, бош синган тўлқин годографи текис чегарадан тўғри чизик кўринишида бўлади. Унинг бошланиши  $S'$  нуқтада  $x_H$  ва  $t_H$  координаталари бўйича,  $X$  ўқига нисбатан  $\tan \alpha = \Delta t / \Delta x = 1/V_k$  бурчак остида бўлади.



71-расм. Бош синган тўлқин годографининг тенгламасини чиқариш.

Бундан синган тўлқин годографининг тенгламасини чиқариш мумкин. Чегарани кўтарилиши бўйича  $\Delta t / \Delta x = (t - t_H) / (x - x_H) = 1/V_{KB}$ ,  $t$  ва  $x$  – годографнинг ихтиёрий нуқталари. Кўриниб турибдики, тенгламани аниқлаш учун  $t_H$  ва  $x_H$  ларни билиш зарурдир.

Фараз қилайлик,  $O'$  (мавҳум манба) кўзғатиш жойи, ундан  $X$  ўқига  $O'A$  перпендикуляр туширамиз.  $OKS$  учбурчакда  $x_{HB} = OK / \sin e$  га,  $OOK$  учбурчакда эса,  $OK = 2H \sin i$  га тенг.  $e_B = 90^\circ - (i - \varphi)$  ни назарга тутиб;  $\sin e_B = \sin[90^\circ - (i - \varphi)] = \cos(i - \varphi)$  ни аниқлаймиз

$$x_{HB} = \frac{2H \sin i}{\cos(i - \varphi)}, \quad t_{HB} = \frac{OR + RS}{V_1} = \frac{O'S}{V_1} \text{ га эга бўламиз.}$$

$O'AS$  ва  $OO'A$  учбурчакларда  $O'S = O'A / \cos(i - \varphi)$  ва  $O'A = 2H \cos \varphi$  га тенг. Бунда  $t_{HB} = 2H \cos \varphi / V_1 \cos(i - \varphi)$ .

Чегаранинг қиялиги (тушиш) бўйича олинган нуқтада

$$x_{HT} = \frac{2H \sin i}{\cos(i + \varphi)}, \quad t_{HT} = \frac{2H \cos \varphi}{V_1 \cos(i + \varphi)} \text{ эканлигини кўрсатиш қийин эмас.}$$

$V_{кв} = V_1 / \sin(i - \varphi)$  ҳисобга олиб, синган тўлқин годографининг тенгламасини чиқарамиз:

$$t = t_{нб} + \frac{x - x_{нб}}{V_{кв}} = \frac{1}{V_1} \left[ x \sin(i - \varphi) + \frac{2H[\cos \varphi - \sin i \sin(i - \varphi)]}{\cos(i - \varphi)} \right]$$

Иккинчи қўшилувчига ўзгаришлар киритиб, синган тўлқин годографининг якуний тенгламасини чиқарамиз:

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

Бунда «-» белги – чегаранинг кўтарилиши бўйича олинган годограф (бунда тўлқин тез келади), «+» белги эса чегаранинг тушиши бўйича олинган годограф учун.

Годографлар тенгламасида  $x = 0$  да,  $t_0 = 2H \cos i / V_1$  га тенглиги кўриниб турибди, бунда  $t_0$  – кўзғатиш жойидаги вақтдир (годографни давом эттирганда  $t$  ўқини кесган жойи).

Горизонтал синдириш чегараси ( $\varphi = 0$ ) учун

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

Синган тўлқин годографи тенгламасини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$t = t_0 + \frac{x \sin(i \pm \varphi)}{V_1} = t_0 + \frac{x}{V_k}$$

Агар,  $\varphi = 0$  да  $V_{кп} = V_{кв} = V_2$  бўлади; агар  $\varphi = i$  да  $V_{кв} = \infty$  бўлади ва  $\varphi > i$  да  $V_{кв} < 0$ .

Шунинг учун бу усул ёрдамида жуда тик бўлмаган бурмаларни, яъни ётиш бурчаги  $45^\circ$  дан кам бўлган чегараларни ўрганиш мумкин.

Кўзғатиш жойидан  $X > X_n$  масофада бош синган тўлқин қайтган тўлқиндан олдин келади ва қайд қилинади. Синган тўлқинни ва ундан кейин келган қайтган тўлқинларни кузатиш учун синган тўлқиннинг таққословчи усули қўлланилади. Бунда синган тўлқинлар аста-секин ажратилади ва таққосланади.

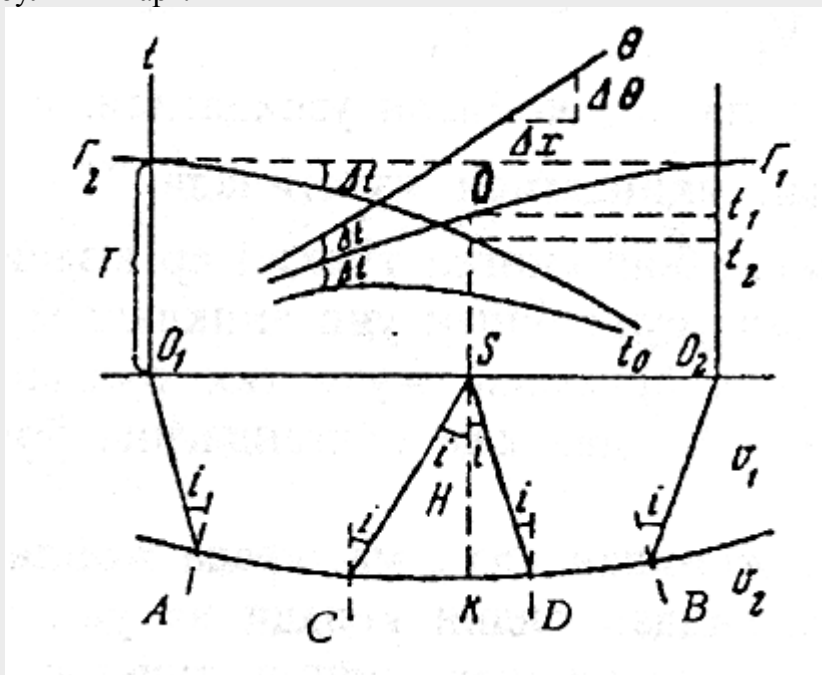
Юқоридаги мисолда икки муҳитнинг текис чегарадаги синган тўлқин гадографи тўғри чизиқдир. Аммо, синиш чегараси эгри бўлса, унда гадограф ҳам эгри шаклни эгаллайди. Бу сейсмик нурлар бурчаги  $e = 90^\circ - (i \pm \varphi)$  ва туюлувчи тезлик  $V_k = V_1 / \sin(i \pm \varphi)$  чегара ётиш бурчагининг ( $\varphi$ ) кузатиш профилида ўзгариши годографнинг қиялик бурчагини ўзгаришига олиб келади.

Агар чуқурлик бўйича эластик тўлқин тезлиги ошса, масалан литологик таркибининг алмашуви ёки босимнинг кўтарилиши натижасида ёйсимон (рефрагенлашган) тўлқинлар пайдо бўлади. Рефраген ва тойган (сирғанган) тўлқинларнинг вужудга келиш механизми бир-бирига ўхшашдир. Чуқурлашган сари тезликнинг ошишидан тўлқиннинг тушиш бурчаги ҳам катталлашиб боради ва рефраген тўлқинлар ёйсимон шаклни олади. Рефраген тўлқинлар Ер юзасига чиқиб ҳудди бош синган тўлқин каби белгиланади. Синган ва рефраген тўлқин годографлари бир-бирига жуда ўхшаш бўлади, уларни ажратиш мураккаб жараён бўлиб, сейсморазведкадаги айрим хатоликларни бартараф қилишда аҳамияти катта.

*Синган тўлқинлар усулининг тескари масаласи.*

Икки муҳитнинг қия чегараси устида синган тўлқинлар усулининг тескари масаласи юқоридаги ( $V_1$ ) ва қуйи қатламлардаги ( $V_2 = V_k$ ) тезликни ҳамда кесимнинг геометрик ( $H, \varphi$ ) кўрсаткичларини аниқлашдан иборат ва синган тўлқин годограф тенгламаларидан фойдаланиб, турли йўللار билан ечилади. Амалиётнинг кўрсатиши бўйича, синган тўлқинлар усулининг тескари масалаларини ишончли ечиш учун ҳар бир чегарадан учрашувчи годографлари ( $\Gamma_1$  ва

$\Gamma_2$ ) кузатилиши лозим. Бунда кузатув оралиғида ҳар хил томонида иккита қўзғатиш нуқтаси ( $O_1$  ва  $O_2$ ) бўлиши шарт.



72–расм.  $t_0$  усули билан синдириш чегарасини ва айирма годографи ёрдамида чегаравий тезликни аниқлаш.

**А. Айирма годограф бўйича чегаравий тезликни аниқлаш.** Иккита учрашувчи годографга эга бўлиб, айирма годографни тузиш мумкин:  $\theta(x) = t_1(x) - t_2(x) + T$ , бундан  $t_1(x)$  ва  $t_2(x)$ -бош синган тўлқинининг  $X$  нуқтага биринчи ва иккинчи годограф бўйича келган вақти,  $T$  – ўзаро нуқталардаги вақт, яъни  $O_1$  дан  $O_2$  гача,  $O_2$  дан  $O_1$  гача келган вақт бўлади.

Кўриниб турибдики, бош тўлқиннинг қўзғатиш нуқтаси  $O_1$  дан  $O_2$  гача ёки аксинча  $O_2$  дан  $O_1$  гача келган вақти бир хилдир. Демак, учрашувчи годографларнинг ўзаро нуқтасидаги вақти ҳам  $O_1O_2$  оралиқ учун доимийдир (72-расм).

Айирма годографлар тенгламасидан ҳосиласини олиб,  $d\theta/dx = dt_1/dx - dt_2/dx$  га эга бўламиз, бунда  $d\theta/dx = \Delta\theta/\Delta x$  – хилма-хил годографнинг бурчакли коэффиценти, яъни

$$\frac{dt_1}{dx} = \frac{\Delta t_1}{\Delta x} = \frac{1}{V_{\text{кл}}} \quad \text{ва} \quad \frac{dt_2}{dx} = \frac{\Delta t_2}{\Delta t} = -\frac{1}{V_{\text{кв}}}.$$

$$\text{бундан} \quad \frac{\Delta\theta}{\Delta x} = \frac{1}{V_{\text{кл}}} + \frac{1}{V_{\text{кв}}} = \frac{\sin(i + \varphi) + \sin(i - \varphi)}{V_1} = \frac{2\cos\varphi}{V_q} \quad \text{келиб чиқади.}$$

Шундай қилиб, айирма годограф қиялиги бўйича  $V_q = 2\cos\varphi \cdot \Delta x / \Delta\theta$  чегаравий тезлик қиймати аниқланади. Бурчакнинг қиялиги  $10-15^\circ$  дан кичик бўлганда  $V_q \approx 2\Delta x / \Delta\theta$  га тенг бўлади.

**Б. Қопловчи қатламлардаги тезликни аниқлаш.** Қопловчи қатламлардаги эластик тўлқин тезлиги тўғри ва бош синган тўлқин годографлари кесишиш нуқтасидан аниқланади. Кесишув нуқталари координатлари  $V_1 \approx V_{\text{yp}} \approx x_m / t_m$ , бу ерда  $x_m$  ва  $t_m$  -годографлар кесишиш нуқтаси, координатлари.

Аммо  $V_{\text{yp}} \approx V_{\text{эф}}$  тезлик, қайтган тўлқин усули ёрдамида аниқроқ аниқланади.

**В. Нолли вақт ( $t_0$ ) усули билан синдирувчи чегарани қуриш.** Бунда  $H$ ,  $\varphi$  ва синдирувчи чегарасини ҳолати аниқланади.

Иккита учрашувчи годографнинг (72 – расмга қаранг) ихтиёрий  $S$  нуқтасидан айрим  $t_0 = t_1 + t_2 - T$  функцияни аниқлаш мумкин. Бунда қўзғатиш пунктидаги вақт  $t_0 = 2H \cos i / V_1$  га тенг.

Ҳақиқатдан ҳам  $t_1 = t_{O1AC} + t_{CS}; t_2 = t_{O2BD} + t_{DS}; T = t_{O1AC} + t_{O2BD} + t_{cd}$ . Бундан, CD да чегара текис деб, S нуктадан CD га перпендикуляр тушириб, қуйидаги

$$t_1 + t_2 - T = t_{CS} + t_{DS} - t_{CD} = 2t_{CS} - 2t_{CK} = \frac{2CS}{V_1} - \frac{2CK}{V_q} \text{ ни оламир (72 – расм).}$$

DSK ва CSK учбурчаклардан  $CS = DS = H / \cos i; CK = H \operatorname{tg} i; \sin i = V_1 / V_q$  ни ҳисобга олиб,

$$t_1 + t_2 - T = \frac{2H}{\cos i V_1} - \frac{2H \operatorname{tg} i}{V_2} = \frac{2H}{V_1} \left( \frac{1}{\cos i} - \frac{\sin^2 i}{\cos i} \right) = \frac{2H \cos i}{V_1} = t_0 \text{ га эга бўларимиз. Учрашувчи}$$

годографлар профилининг ихтиёрий нуктасида манбадан вақт  $t_0 = t_1 + t_2 - T$  ни аниқлаб сўнгра

чегаранинг ётиш чуқурлигини  $H = \frac{t_0 V_1}{2 \cos i} = \frac{t_0}{2 \sqrt{\frac{1}{V_1^2} - \frac{1}{V_2^2}}}$  ҳисоблаш мумкин.

“ $t_0$ ” усулини амалда қўлланилиши қуйидагича;  $O_1 O_2$  кузатув оралиғидаги ихтиёрий X нуктаси учун  $\Delta t = T - t_2$  катталиқ аниқланади. Биринчи годограф бўйича  $t_1$  қийматидан ўлчов асбоби ёрдамида юқори томонга  $\Delta t$  қийматни (хилма-хил годограф нуктасига  $\theta = t_1 + \Delta t = t_1 - t_2 + T$  оламир) ва пастки томонга ( $t_0 = t_1 - \Delta t = t_1 + t_2 - T$ ) жойлаштирамиз. Ҳудди шу ишни X ўқининг кузатув нукталарида бажариб,  $\theta$  ва  $t_0$  нукталарни бирлаштирамиз ва хилма-хил годографни  $\theta(x)$  ва  $t_0(x)$  чизиқларни ҳосил қиламиз. Айирма годограф қиялиги

бўйича  $V_q \approx 2\Delta x / \Delta \theta$  ( $\varphi < 15^\circ$  бўлганида) чегаравий тезлик топилади. Агар,  $\varphi > 15^\circ$  бўлса, ( $V_q = 2 \cos \varphi \Delta x / \Delta \theta$ ) формула орқали ва ҳар бир нуктадаги  $t_0$  ни билган ҳолда, H – чуқурлик акс – садосини ҳисоблаш мумкин.

Радиуси H га тенг бўлган профилдаги X нукталардан ўтказилган айланаларга умумий уринма чизиқ билан бирлаштирилса, аниқланиши лозим бўлган синдирувчи эгри чизиқли чегара келиб чиқади.

Синдирувчи чегарадаги турли нукталардаги эгри чизиқли чегаранинг қиялик бурчаги  $\varphi$  ҳар хил бўлади.

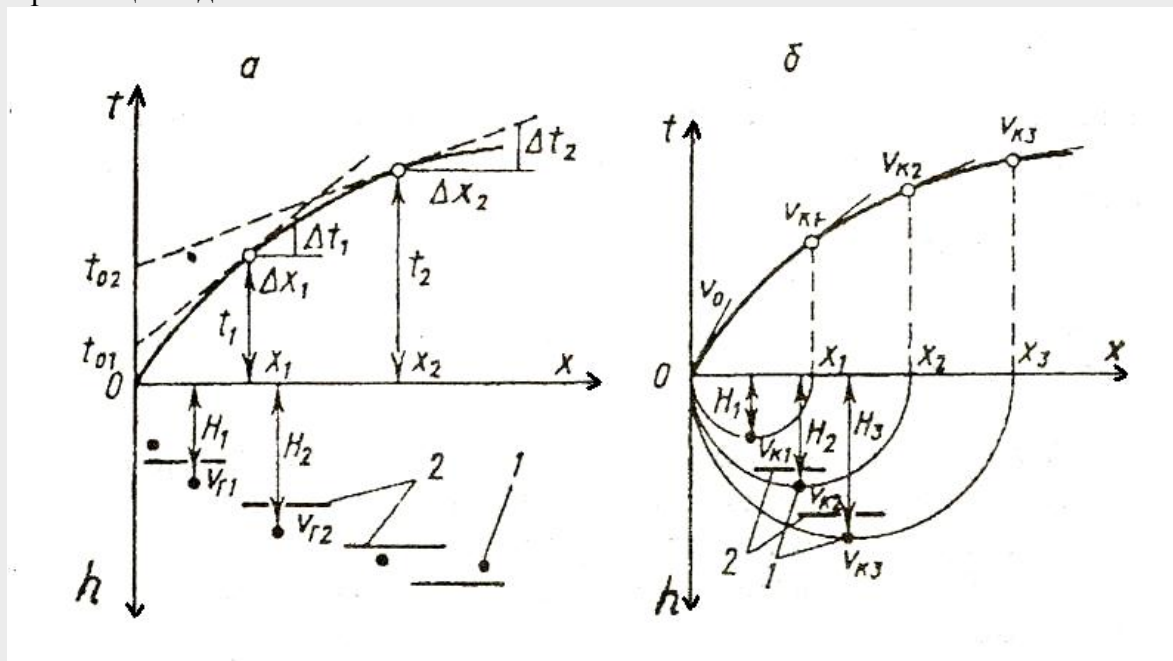
Келтирилган тўғри ва тескари масалалар сейсморазведканинг қайтган ва синган тўлқин усуллариининг асосий масалалари ҳисобланади, чунки устки қатлам ( $V_1$ , H,  $\varphi$ ) кўрсаткичини  $V_{\text{ўр}}$ , H,  $\varphi$  билан алмаштириб, айнан шу сингари годографларни оламир.

Қайтган, синган, рефрагенлашган, дифрагирлашган тўлқинларнинг турли қатламли (бир ўлчамли – 1Д), чўзилган контактли муҳит (икки ўлчамли – 2Д) ва объектлар қўшилмаси учун (уч ўлчамли – 3Д) кинематик тўғри ва тескари масалаларни ҳал қилиш мураккаб жараёнлар билан боғлиқдир.

### Рефраген тўлқинларнинг тескари масалаларини ечиш принциплари.

Рефраген тўлқинларнинг тескари масалаларини ечиш, синган тўлқинларга нисбатан мураккаброқ, кесимнинг ҳар бир нуктаси учун маълум бўлган тезлик ёрдамида тескари кесимлари ёки тезкор майдонларини тузишдан иборат. Рефраген тўлқинлар годографлари орқали чуқурлик бўйича тезлик ўзгариши қонуниятининг турли йўллари ишлаб чиқилган. Тезлиги тик градиентидан иборат бўлган муҳит учун содда усулни кўриб чиқамиз. Муҳит бир хил таркибга мансуб ва юпка горизонтал қатламларидан иборат деб тасувавур қиламиз. Қатламларнинг ҳар бирида тезлик бир хилда, лекин қатлам чегарасида тезликнинг сакраб ўзгариши кузатилади деб олинади. Тезлик ўзгариб, чуқурлашган сари ортиб боради. Бундай кесим учун синган тўлқин усулининг тескари масаласи ечилишидан фойдаланиш мумкин. Рефраген тўлқин годографида бир нечта нукта танланиб ( $t_1, t_2, \dots$ ) ҳар бирига уринма (тегиб ўтувчи тўғри чизиқ) чизилади (73-расм). Уринма чизиқлар вақт ўқини кесишиш нукталари

орқали  $t_{01}$ ,  $t_{02}$  ва уларнинг қиялиги бўйича эса  $V_{k1} = \Delta x_1 / \Delta t_1$ ;  $V_{k2} = \Delta x_2 / \Delta t_2$  ва ҳақозо туюлувчи тезликлари аниқланади.



73 – расм. Рефраген тўлқинлар годографлари (а) ва (б), улар ёрдамида тузилган тезкор кесимлар: 1 - тезлиги аниқланган кесимдаги нукта; 2 – тезликлар изолиниялари.

Синдирувчи чегара горизонтал ҳол учун ( $\varphi=0^0$ ) бош синган тўлқиннинг туюлувчи тезлигини аниқлаш ифодаси  $V_k = V_{yp} / \sin i = V_q$  (бу ерда,  $\sin i = V_{yp} / V_q$  формула қўлланилган) га тенг. Шунинг учун  $V_{k1} = V_{q1}$ ,  $V_{k2} = V_{q2}$  деб ёзиш мумкин.

Синиш майдонига тўғри келувчи устки муҳитнинг  $V_{yp1}$ ,  $V_{yp2}$  ўртача тезликлари  $V_{q1}$ ,  $V_{q2}$  эмперик йўл билан олинган қиймат  $V_{yp1} = 0,5[x_i / t_i + \sqrt{(x_i / t_i) \cdot V_{ki}}]$  деб қабул қилинади. Бунда  $x_i / t_i$  – градиентли бўлмаган, юқоридаги қатлам тезлиги;  $i=1,2,\dots$  га тенг нукталар номери.

Маълум бўлган  $t_0$ ,  $V_q$  ва  $V_{yp}$  лар бўйича синдирувчи майдоннинг чуқурлигини аниқлаш мумкин:

$$H_i = t_{0i} / 2 \sqrt{1/V_{yp1}^2 - 1/V_{qi}^2}$$

Тезлик кесимини келтирилган усул ёрдамида амалий тузиш учун профилдаги нуктадан ( $x_1, x_2, \dots$ ) пастга қараб  $H_1, H_2, \dots$  чуқурлик белгиланади ва уларда  $V_{q1}$ ,  $V_{q2}$ , чегаравий тезлик қайд қилинади. Агар, улар орқали изочизиклар ўтказсак, у ҳолда биз тезлик кесимини оламиз.

Тезлик кесимларини тузиш ишлари шу йўл билан одатда компьютерда бажарилади.

### Сейсмoeлектроик усулнинг назарий асослари.

Сейсмoeлектроик усулининг моҳияти кўзғатиш ёки шунга ўхшаш манбаалар ёрдамида эластик тўлқин ҳосил қилиб, шу тўлқинни ва электромагнит импульсларни ўрганишдан иборат.

Ана шу усулга асосланган сейсмoeлектроик ҳодисалар, кристаллик, пьезоэлектроик ва чўкинди тоғ жинсларининг сейсмoeлектроик эффектлари каби икки омил ёрдамида тушинтирилади (СЭЭФ).

**Пьезоэлектроик эффект.** Моддага механик кучи билан таъсир кўрсатилганда ундаги молекулаларнинг маълум йўналишда жойлашиши – пьезоэлектроик эффект бўлади. Пьезоэлектроик қутбланиш айрим диэлектроикларнинг монокристалларида (ярим ўтказгичларда камрок) ва кристаллик муҳитдаги тоғ жинсларида кузатилади.

**Сейсмоэлектрик эффект.** Ушбу эффект, пьезоэлектрикнига нисбатан камрок ўрганилган бўлиб, у намли чўкинди тоғ жинсларидан сейсмик тўлқин ўтганда кузатилади.

Эластик тўлқин таъсирида икки хил электрик хусусиятга эга бўлган қатламдаги қаттиқ зарраларда силжиш рўй беради. Натижада табиий фильтрация потенциалига ўхшаш бўлган электрик потенциал вужудга келади.

Бу ҳолат куйидагича тушинирилади: фильтрацион ва сейсмоэлектрик майдонлар кучланиши капиллярлар учларидаги ҳар хил босимга тўғри пропорционал бўлади. Биринчи ҳолатда у доимий ва капиллярлар орқали ўтадиган ер ости суви тезлигига пропорционал бўлади, иккинчи ҳолатда эса капиллярлар учларидаги ўзгарувчан босим билан эластик тўлқин биргаликда ўзгаради.

Микдор жиҳатдан сейсмоэлектрик эффект пьезометрик модул воситаси билан тавсифланади.

## СЕЙСМОРАЗВЕДКА АСБОБЛАРИ

### Сейсморазведка асбобларининг тузилиш хусусиятлари

*Сейсморазведка қурулмаларининг умумий таърифи.*

Сейсморазведкани амалга оширишда мураккаб тузилишга эга бўлган куйидаги асбоблар мажмуасидан фойдаланилади:

- 1) эластик тўлқин ҳосил қилувчи манбаалар (қўзғатиш ва бошқалар);
- 2) эластик тебранишни қабул қилувчи ва электр сигналларига айлантирувчи қурилмалар (ер юзидаги ишларда сейсмик тутқичлар ёки геофонлар; ҳавзаларда ишлаш учун пьезоприёмник ва гидрофонлар);
- 3) кўп каналли кучайтиргичлар ва қайд қилувчи асбоблар, сейсмостанциялар (аналогли ва рақамли);
- 4) маълумотларни қайта ишлайдиган компьютерлар;
- 5) ёрдамчи жиҳозлар (бурғилаш станогли, асбобни олиб юривчи автомобиллар, симлар ва бошқалар).

Сейсморазведка асбоблари билан боғлиқ бўлган муаммоларнинг техник жиҳатдан мураккаб эканлигидан куйидаги омиллар далолат беради;

а) бир неча метрдан юзлаб километр чуқурликни ўрганишда, эластик тўлқинни ҳосил қиладиган оддий болғадан то кучли қўзғатишгача зарур бўлган манбаалар;

б) тупроқ силжиш амплитудасини миллиметрнинг  $10^{-6}$  бўлагигача қайд қилиш сигналларининг кучланишини бир неча миллион марта кучайтирадиган асбоблар ва динамик диапазонини  $10^6$ - $10^7$  гача кўтарадиган электрон кучайтиргичларнинг қўлланиши зарурлиги;

в) манба атрофидаги кўпгина тўлқинларни бир вақтда баробарига қайд қилиш ёки бир нечта пунктлар орқали қайд қилиш учун кўп каналли кучайтиргичга ўхшаш қурилмаларнинг зарурлиги;

г) жуда катта микдордаги маълумотларни қайта ишлайдиган компьютерларга эга замонавий станциялар ва маълумотни йирик ЭВМларда қайта таҳлил қилишнинг зарурлиги.

*Эластик тўлқинлар манбалари.* Ер юзида ва унча чуқур бўлмаган (50 м гача) парма қудуқлари ёки сув ҳавзаларида эластик тўлқин ҳосил қилиш учун турли манбаалардан фойдаланилади. Энг оддийси болға, босқон билан уруш ва бирорта юкнинг ер юзасига тушиши ҳисобланади. Узоқ вақтларгача эластик тўлқин ҳосил қилишда тротил, аммонит, оғирлиги бир неча килограмдан 100 тоннагача бўлган қўзғатиш моддалар туридан қудуқларда ва сув ҳавзаларида қўзғатиш йўли билан фойдаланилган. Қўзғатиш моддалари, махсус машиналарга ўрнатилган кучли электр импульсига эга бўлган портлатувчи асбоблар орқали электрдетонаторлар ёрдамида портлатилади.

Қўзғатиш жараёнининг мураккаблиги ва ҳозирги вақтда уларнинг экологик салбий ҳолатларни юзага келтиришини инобатга олиб, портлатмасдан туриб, импульсли ( $10^{-3}$ - $10^{-4}$  с) ёки давомий квазигармоникли (2-20 с) асбоблардан(вибраторлар) фойдаланилмоқда.

Импульслилардан бири газодинамик газ портлатувчи (пропан ва кислород ишлатилади) ҳисобланади. Газнинг ёниши натижасида поршень ерга урилади, юқорига йўналган зарба эса(поршенни орқага қайтиши) машина оғирлиги ёрдамида тўхтатилади. Квази узлуксиз эластик тўлқинларни вужудга келтириш учун вибраторларда гидравлик домкратларникига ўхшаш цилиндрга ёғ юборилади. Ёғнинг ҳажми кескин ўзгарганда поршеннинг плитаси ва машина юки ер юзига ўз массаси билан урилади. Электр учқунли манбаалар сувда электр кутбларни улаш натижасида чиққан энергиясидан эластик тўлқин ҳосил бўлади. Бунда электр манбаи махсус конденсаторларда бўлади. Электр қўзғатиш натижасида унинг атрофидаги суюқ муҳитда қизиган буғ ёки буғ-газли идишдаги босим эластик тўлқинни ҳосил қилади.

Пневматик пушка ёрдамида сувга кучли босим билан махсус камераларда тўпланган ҳаво юборилади. Бундан ташқари бошқа манбаалар ҳам мавжуд.

*Ёзув ва тасвирлаш воситалари.*

Сейморазведка асбобларининг вазифалари. Сейморазведка асбобларининг асосий вазифалари маълум турдаги эластик тўлқинларни ўлчашдан иборатдир. Бунда, албатта тебраниш пайдо бўлган вақтни билиш, эластик тўлқин таъсирида тупроқ силжишини, фойдали тўлқинларни ажратиш, уларни автоматик қабул қилиш ва амплитудаларини аниқлаш зарур.

Эластик тўлқин таъсирида ер юзининг кучсиз силжишини махсус сейсмик тутқичлар(сейсмоприёмниклар) қабул қилади. Улар тебранма ҳаракатларни электр сигналларига айлантириб берадилар. Бу жуда кучсиз сигналлар сим ва электр каналлари орқали электр кучайтиргичга, ундан эса қайд қилувчи қурилмаларга етказилади. Сейсмик приёмник (пьезоприёмник), кучайтиргич ва қайд қилувчи қурилмалар билан биргаликда сейсмик канал ёки ёзув каналлари деб аталади. Турли сейсмик станцияларда 1 тадан 1000 тагача каналлар бўлади.

Ёзув воситалари мажмуасига магнитли қайд қилувчидан ташқари тўлқинларни кўриниш ҳолатига келтириб берувчи тасвирлаш воситалари ҳам киради. Тасвирни кучайтириш ва қайд қилиш қурилмалари тасвирлаш воситаси ҳисобланади.

Сейсмоприёмник ва пьезоприёмниклар. Эластик тўлқинларни қабул қилиш ва электр сигналларни қайд қилишда электродинамикли сейсмоприёмниклардан (геофонлар) фойдаланилади. Улар магнитлардан таркиб топиб оралиғида сим ўралган алюмин ғалтак корпусига пружина билан осилган бўлад. Магнит эластик тўлқин натижасида силжиганда ғалтак инерция таъсирида жойида тургандек бўлади, аммо магнитга нисбатан у ҳам силжиган бўлади. Натижада тупроқ силжиш тезлигига пропорционал бўлган электр индукция сигнали пайдо бўлади.

Денгиздаги ишлар учун эса, пьезоприёмниклардан (гидрофонлар) фойдаланилади. Уларнинг ишлаши пьезоэлектр эффектига асосланган, яъни ҳаракатга келувчи электр кучи айрим кристалларнинг кирраларида, уларга таъсир этган босимдан пайдо бўлади (масалан, барий титанати). Сувда тарқалаётган эластик тўлқин натижасида босим ўзгаришида кристалларда электр потенциали пайдо бўлади. Ҳосил бўлган электр ток симлар орқали кучайтиргичга юборилади.

Сейсмик приёмниклар дала (ер юзасидаги кузатувларда ишлатиладиган) ва кудукли (кудук тадқиқотларида ишлатиладиган) сейсмоприёмникларга ажратилади.

Кучайтиргич. Сейсмик приёмниклар ва тасвирлаш қурилмаларидаги электр сигналларини  $10^6$ - $10^7$  марта зўрайтириш учун электр кучайтиргичлар қўлланилади. Улар сигналларни кучайтиришдан ташқари, частотали саралаш (айрим частоталарни кучайтириш, айримларини йўқ қилиш) муҳим функцияларни бажаради. Бунинг учун бир қанча саралаш тўпламалари мавжуд. Саралаш хусусияти қурилмани тез-тез такрорланиши билан боғлиқ. Навбатдаги, учинчи функция – бу кучайтиришни дастурли ва автоматик меъёрлашдир. Бундай меъёрлаш бир хил амплитудали сейсмограммаларга хос бўлиб, кичик сигналларни жуда кучайтиради ва катта сигналларни эса, камрақ кучайтиришга мосланган.

Сейсмостанцияларда воситалар сонига кўра бир турдаги кучайтиргичлар билан мос ҳолда ўрнатилади.

Қайд қилувчи қурилмалар. Фойдали сейсмик тўлқинларни ажратиш учун қабул қилинган сейсмик сигналлар шакллари кўриш зарур. Шунинг учун маълум вақт мобайнида сигналлар ўлчамидаги ўзгаришни ёзиш – сейсмик станцияни асосий мақсади ҳисобланади ва вақт мобайнида ўзгараётган сигналларни узлуксиз ёйилган ҳолатда қайд қилиш орқали амалга оширилади. Тўғридан-тўғри қайд қилишда, одатдаги электротермик ёки фотографик қоғоздан фойдаланилади. Кўпинча магнит тасмасига тасвирни қайд қилиш қулайроқдир. Қайд қилиш тезлиги 30-50 см/с. 0,01 с ораликни қайд қилувчи махсус қурилмалари ёрдамида вақт маркалари узатилади. Натижада қайд қилиш ёки тасвирлаш воситаларида сейсмограммалар олинади. Уларда эластик тўлқин ҳосил қилинган вақт (қўзғатиш моменти) ва уларни сейсмик приёмникларга қабул қилиниш вақти, кучайтиргичлардан ўтгандан сўнг қайд этилади (74-расм).

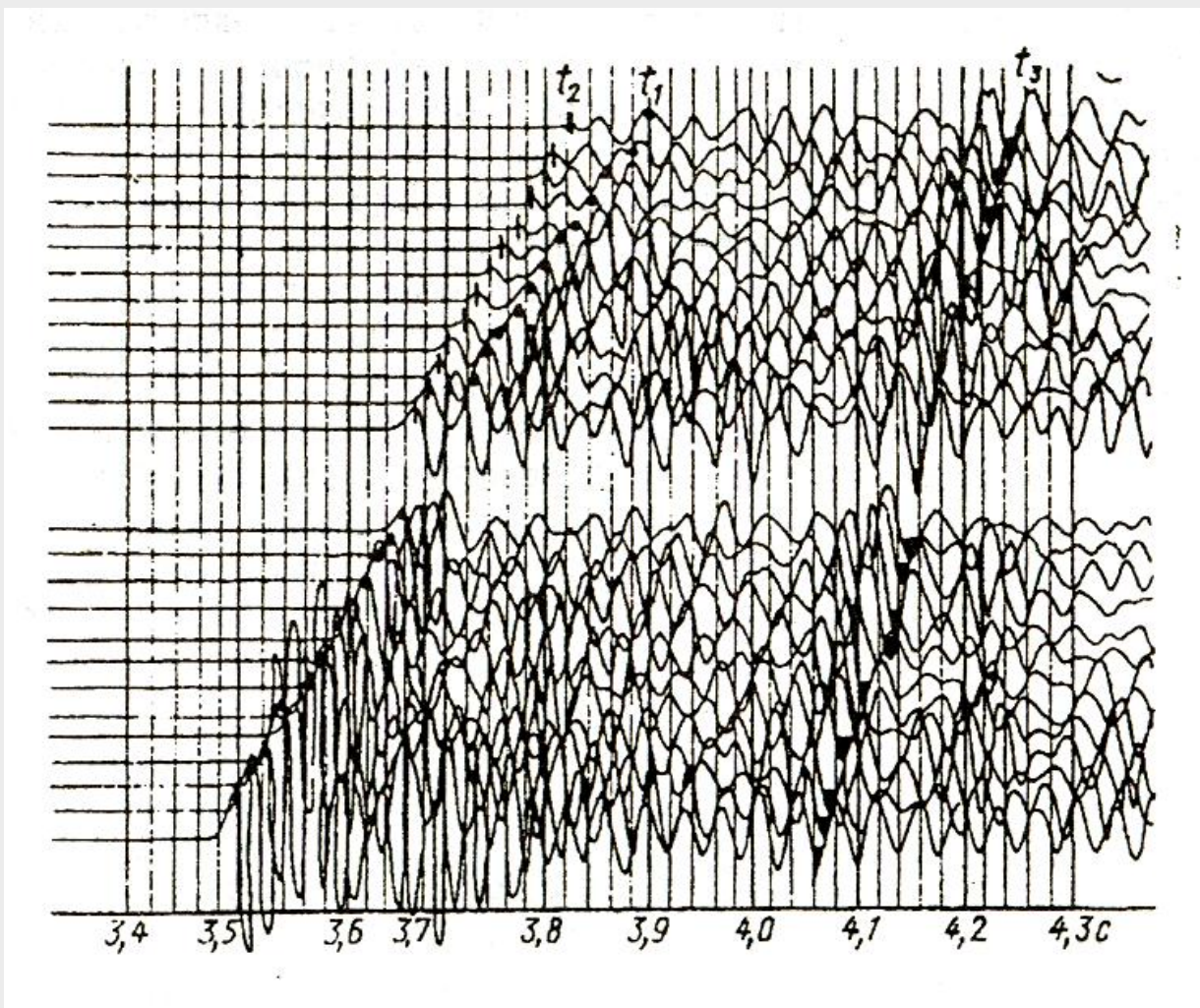
Магнит тасмасида қайд қилинган тасвир кўп каналли магнитофон орқали амалга оширилади. Бунда қайд қилиш қурилмаси магнит башчалари блоки дейилади. Ана шундай магнит башчалари тасвирлаш қурилмаларида ҳисоблаш учун ўрнатилган.

Магнитли қабул қилиш асбобида, магнит башчалари блокидан ташқари, тасма тортувчи механизм ва қурилма мавжуд.

Қайд қилиш натижасида магнитограмма ҳосил бўлади. Магнитли қайдловнинг асосий афзаллиги шундаки, уни бир неча бор қўшимча сараланган ёки сигналларни умумлаштирган ҳолда қайта олиш мумкин. Бу дала материалларидан кўпроқ фойдали маълумотлар олишга имкон беради.

Тўғридан-тўғри ва қайта қайд қилиш, ёзилган сигналларни вақт мобайнида кўринадиган шаклдалигини таъминлаш йўлларида биридир. Замонавий сейсмостанцияларда рақамли қайд қилишдан фойдаланилади. Бунда сигналлар маълум ораликда ўлчанади ва рақамлар кўринишида фойдаланиб магнит тасмага ёзилади. Ушбу йўлнинг асосий афзаллиги, қайд қилинган тасвирда ўзгаришлар деярли бўлмади ва уларни ЭХМ ёрдамида қайта ишлаш мумкин. Бу, сейсмик маълумотларни таҳлил қилиш ва қайта ишлаш жараёнини автоматлаштиришга имкон беради.

Регистраторлардан (графоқурилмалар, плоттерлар) фойдаланиб, рақамли сигналларни кўриниш шаклига келтириб, (кучланишнинг вақт катталигига боғлиқлиги расми) ёки ўзгарувчан зичлик йўли билан (тасмадаги қора доғлар, маълум ораликдаги зичлик ўзгаришини бошқаради) қайд қилиш мумкин.



74 – **расм.** Сейсмограмманинг умумий кўриниши:  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$  – тўлқинларнинг ўхшаш фазалари катори.

*Сейсморазведка станциялари ва қурилмаларининг тузилиш принциплари.*

Геологик масалаларни ҳал қилишда турли сейсмик станциялар қўлланилади. Станциядаги воситалар сони, яъни сейсмоприёмниклар, кучайтиргичлар, гальванометрлар ва қайд қилишдаги магнитли бошчалар ва ҳ.з. миқдори ҳар хил бўлади.

Сейсмик қурилмалар. Унчалик чуқур бўлмаган жойларни ўрганишда битта воситали сейсмик қурилмалар ишлатилади. Бундай қурилмада қайд қилишни электрон-нур трубкали осциллограф бажаради. Эластик тўлқин пайдо бўлиши билан экранда электрон-нур чапдан ўнгга доимий тезлик билан ҳаракат қилади. Вертикал қиялигидаги юзага кучайтиргичдан сигнал юборилади.

Экрандаги сигнални трубка орқали кузатиб (ёки суратга олиб) тўлқин келиш вақтини аниқлаш мумкин.

Жинслардаги эластик хусусиятларни ўрганиш ҳам худди шунга ўхшаш қурилмаларда бажарилади. Жинслар алоҳида тоғ иншоотларида: шурфлар, шпурлар, кудукларнинг ўзида ва улар орасидан товуш ўтказиш йўли билан ҳам ўрганилади. Бунинг учун турли ультратовуш асбоблари ва қурилмалари қўлланилади.

Сейсмик станциялар. Рақамли ва аналогли (ўхшаш) кўп каналли сейсмик станциялар – бу автомашиналар, кемалар ва бошқа ҳаракатдаги транспортларга ўрнатилган мураккаб электрон қурилмалардир. Сейсмостанцияларни электр токи билан таъминлаш аккумулятор батареялари ёрдамида амалга оширилади.

Замонавий рақамли сейсмостанциялар махсус компьютерлар билан жуда кўп ўхшаш воситалар (24 дан – 1000 гача) мажмуасидан иборат. Улар тасвирловчи, сейсмоприёмниклар,

қайд қилувчи блоктардан ташкил топган. Қайд қилувчи блок қуйидагиларни ўз ичига олади: а) станциядаги воситалар сонига кўп филтрли кучайтиргичлар мажмуаси; б) сигналлар амплитудасини маълум оралиқ вақтларида аниқлайдиган воситалар коммутатори (мультиплексор); в) сигналларни рақамли шкалага айлантириш учун аналог-кодлар; г) магнитли тасмага рақамли сигналларни қайд қилувчи магнитли регистратор; д) осциллографда сигналларни кўрсатиш учун код-аналог ўзгартиргич; е) таъминловчи блок; з) ўлчов-назорат қурилмаси.

### **Дала сейсморазведкасининг кузатиш услуги ва тизимлари.**

*Дала сейсморазведка услугининг умумий таърифи.*

Дала сейсморазведканинг услуги деб тўлқин ҳосил қилиш йўллари, тури, асбоби, кузатиш тизими, дала ишларини ташкил қилиш ва ўтказиш, шунингдек бошқа масалаларни ҳал қилиш тушинилади.

*Сейсморазведка хиллари.*

Тадқиқ қилинаётган майдондаги геологик вазифаларни мукаммал ўрганиш мақсадида сейсморазведканинг: ҳудудий (регионал), қидирув ва мукаммал(муфассал) хиллари қўлланилади. Ҳар бир сейсморазведка хили кузатиш тизимининг зичлиги, тасвирлаш масштаби ва профилларда кузатиш тизими билан фарқланади.

Геологик вазифаларни оқилона ҳал қилишда сейсморазведканинг ҳамма хилларида қўйилган тавсияларга эътибор бериш лозим: 1) ишни тадқиқ қилинаётган майдондаги профиллар тизими ёки алоҳида профилларда ўтказиш; 2) профиллар йўналишини мумкин қадар бурмалар йўналишига нисбатан перпендикуляр ҳолатда олиш; 3) тадқиқот олиб борилаётган жойлар сейсмик станцияларни қўлда ёки автомашинада олиб юришга қулай бўлиши лозим; 4) қайтарувчи ёки синдирувчи чегаралар кузатилиши узлуксиз бўлиши шарт; 5) тадқиқот майдонида сейсмик чегараларни геологик чегаралар билан боғловчи таянч-парма қудуқлари бўлиши зарур.

1. Ҳудудий сейсморазведка ишлари майда масштабли ва рекогносцировкали бўлади. Улар алоҳида профиллар, маршрутлар, геотраверслар бўйича олиб борилади. Шу билан бирга бундай ишларнинг йўналиши тектоник бурмалар йўналишига қўндаланг бўлиши керак.

Кўпинча, профилнинг қулай оралиқларда сейсмозондлаш олиб борилади.

Бундай ишлар қайтган тўлқин ва синган тўлқин усуллари билан олиб борилади. Ҳудудий сейсмик кузатишлар натижасида сейсмик кесимлар тузилиб, кейинчалик мукаммал ўрганиш учун истиқболли майдонлар белгиланади.

2. Қидирув сейсморазведка ишлари, асосан, рекогносцировкали бўлиб, баъзан маршрутли ва майдон бўйича бўлиши мумкин. Улар айрим фойдали қазилма конларни қидиришда, бурмаларни текширишда хизмат қилади. Бундай ишлар бир-биридан 3-10 км оралиқда бўлган профилларда олиб борилади. Профиллар оралиғи, тузилмалар узунлигидан 2-3 марта кичик бўлиши мумкин. Профилларни албатта тузилма йўналишига қўндаланг олинади, лекин бурма йўналиши аниқлангандан сўнг бўйлама профиллар ҳам қўйилиб, бурманинг ётиш элементлари аниқланади.

Сейсмик профиллашда, асосан қайтган тўлқин усули қўлланилади. Бунда бутун профил бўйича чегара узлуксиз кузатилиши керак ёки сейсмозондлашда профилнинг айрим майдонларида чегаралар аниқ бўлиши лозим. Қидирув ишлари натижасида бурма расмлари ва кесимлар тузилади. Бу материаллар бошқа геофизик маълумотлар билан бирга мукаммал разведка ишлари ўтказиш учун бош манбаа ҳисобланади.

3. Мукаммал майдонли сейсморазведкалар айрим бурмалардаги нефт ва газларни қазиб олишда аниқ тадқиқот ишлари олиб боришга мўлжалланган. Профиллар бурма йўналишига қўндаланг ва бўйлама бўлиши мумкин. Чўзиқроқ бурмаларда профиллар ораси бир неча марта бурма ўлчамидан кичик бўлади. Изометрик бурмалар квадратли профиллар тизими ёки майдон бўйича тасвирлаш асосида ўрганилади.

Сейсморазведканинг бу хили асосан қайтган тўлқинларни майдонли профиллаш, баъзан синган тўлқин усули ёрдамида олиб борилади. Бунда кузатиш тизими шундай танланиши керакки, қайтиш ва синиш чегаралари кўп марта узлуксиз кузатилиши шарт. Сейсморазведка ишлари натижасида бир ёки бир қанча сейсмик чегаралар бўйича тузилмалар хариталари ва сейсмик кесимлар тузилади.

*Қайтган ва синган тўлқин усуллари*нинг қиёсий таърифи. Сейсморазведканинг асосий усули - қайтган тўлқин усули бўлиб, камроқ ҳолатларда синган, рефраген ва ўтувчи тўлқин усуллари қўлланилади.

Уларнинг қиёсий тавсифи 6-жадвалда келтирилган. Бундай воситалар чўкинди тоғ жинслари кесимини ва тузилмаларни ўрганишда қўлланилади. Бу нефт-газ қопқонларни кидиришнинг асосий усулидир. Синган тўлқин усули эса, чуқур сейсмик тадқиқотларига кириб, пойдевор тузилиши, чуқурлиги, маъдан конларини ўрганишда ишлатилади. Муҳандис-гидрогеологик тадқиқотларда ҳам синган тўлқин усули қайтган тўлқин усулига нисбатан кўпроқ қўлланилади.

Қайтган тўлқинлар деярли ҳамма литологик чегараларда, акустик қаттиқлиги ( $\sigma V$ ) 10% дан (чуқурлик ошиши ва камайишида) ўзгарган жойларда ҳосил бўлади. Бош синган тўлқин ҳосил бўлиши учун чуқурлик бўйича тезлик ошиши шарт.

Қайтган тўлқинлар қўзғатиш пункти атрофида кучлироқ бўлади. Бош синган тўлқинлар тўлқин ҳосил бўлган жойидан узоқда ва синиш чегаралари атрофида тарқалади.

Бу кузатиш тизимини ташкил этади, яъни қайтган тўлқин усулида сейсмоприёмниклар тўлқин пайдо қилиш пункти атрофида, синган тўлқин усулида эса, ундан узоқда (лойиҳадиги чуқурликдан узоқроқ) жойлашади.

Рефрагенлашган тўлқинлар табиати бош синган тўлқинларникига ўхшаш бўлади. Аммо, турли тўлқин қўзғатиш пунктларидан олинган, қатламли муҳитдаги қувлаб етувчи годографлари рефраген тўлқинларга тўғри келганда, бир кузатув оралиғида параллел бўлмайди, бош синган тўлқинларга эса, параллел бўлади.

Тўғри (ўтувчи) тўлқинлар айрим қудуқлардаги сейсмик, акустик, ультратовушли тадқиқотларда фойдаланилади. Бунда тўлқин манбаи ва сейсмоприёмниклар қудуқларда ҳар хил чуқурликда ёки бошқа тоғ-кон иншоотларига ўрнатилиб, шу иншоотлардаги ёки уларнинг атрофидаги эластик тўлқинлар тебранишининг ер юзасида ўлчанилади.

## 6-жадвал

### Қайтган ва синган тўлқин усуллари

| №  | Аломатларнинг номи                                                                | Қайтган тўлқин усули (МОВ)                                  | Синган тўлқин усули (МПВ)                              |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 1. | Тўлқин ҳосил бўлиш шароити                                                        | $\sigma_n V_n \neq \sigma_{n+1} V_{n+1}$                    | $V_{n+1} > V_n$                                        |
| 2. | Икки қатламли муҳитдаги чегарада годограф тенгламаси («+» тушиш, «-» ошиш бўйича) | $t = \frac{1}{V_1} \sqrt{x^2 + 4H^2 \pm 4H \sin \varphi}$   | $t = \frac{1}{V} [x \sin(\mp \varphi) + 2H \cos i]$    |
| 3. | Чизикли годограф расмининг кўриниши                                               | Гипербола                                                   | Тўғри чизик                                            |
| 4. | Кузатиш тизими                                                                    | Сейсмик профиллаш ва зондлаш                                | Сейсмик профиллаш ва зондлаш                           |
| 5. | Тўлқинни кузатиш майдони                                                          | Қўзғатиш пункти яқинида                                     | Қўзғатиш пунктдан узоқда                               |
| 6. | Частотали спектр                                                                  | Катталашган частоталар                                      | Пасайган частоталар                                    |
| 7. | Интерпретация натижаси                                                            | $H, \varphi, V_{эф}$                                        | $H, \varphi, V_{ч} (V_{эф} \text{ аниқмас})$           |
| 8. | Эластик тўлқинларнинг тарқалиш тезлигини                                          | Юқоридаги қатламдаги $V_{эф}$ ни доимий фарқлар усули билан | Пастки қатламдаги $V_{ч}$ ни айирма годографлар, усули |

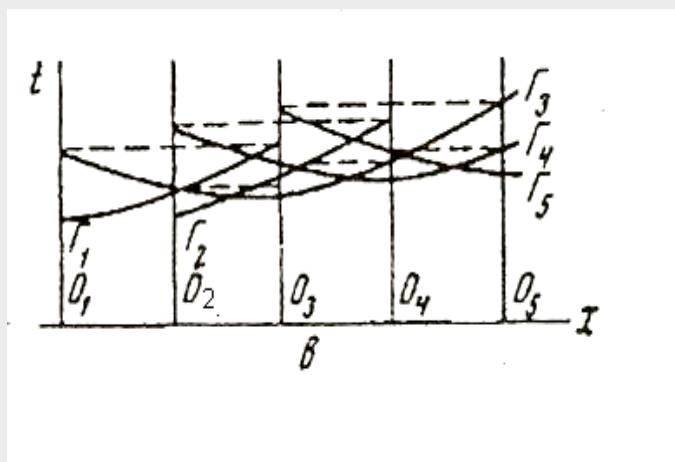
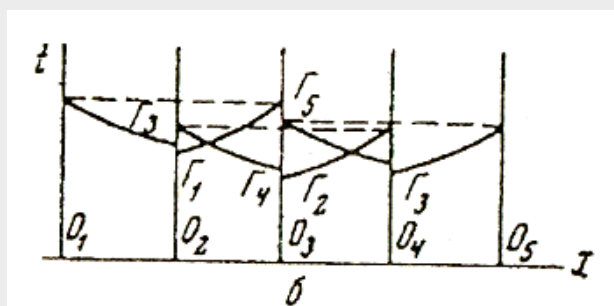
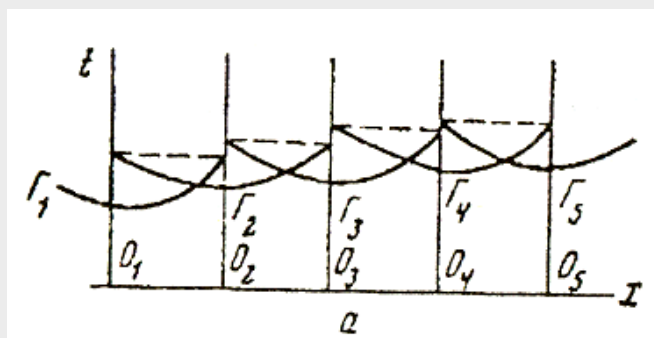
|    | аниқлаш усуллари                        | аниқлаш, учрашувчи ва айирма<br>годографлар усули билан           | билан аниқлаш                                                                |
|----|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 9. | Қидирилатган чегарани<br>тузиш усуллари | Қайтган чегарани $t_0$ , белгилар,<br>эллипслар усули билан тузиш | Синдирувчи чегарасини $t_0$<br>усули, қатламлар тезлиги<br>усули билан тузиш |

*Қайтган тўлқин усулидаги кузатиш тизимлари.*

Қайтган тўлқин усулидаги кузатиш тизими, яъни тўлқин қўзғатиш манбаи ва эластик тўлқинни қайд қилиш шундай бўлиши керакки, профил бўйича қайтган чегараларни узлуксиз (сейсмик профиллаш) ёки қисман (сейсмик зондаж) кузатиш имконига эга бўлмоқ зарур.

Оддий кузатиш тизимлари. Қайтган тўлқин усулида узлуксиз профиллаш тизими қуйидагича бўлади: оддий, интервалли, икки марталаб профиллаш ва бошқалар. Оддий профиллашда (75а-расм) сейсмоприёмниклар қўзғатиш интервали (қўшни қўзғатиш пунктлари оралиғи) соҳасида, яъни манбанинг икки томонига ўрнатилади.

Масалан,  $O_3$  нуктада қўзғатиш лозим бўлса, кузатишлар  $O_2O_3$  ва  $O_3O_4$  оралиқларда олиб борилади. Қўзғатиш пунктидаги қайтган тўлқинларни юзаки тўлқинлар орасидан ажратиб олиш кийин бўлган айрим ҳолларда бир ёки бир неча интервалдан кейин профиллашдан ("отнинг юриши") фойдаланилади.



**75– расм.** Қайтган тўлқиндаги кузатиш тизими: а – оддий профиллаш; б – оралиқро профиллаш; в – икки марта узлуксиз профиллаш.  $\Gamma_1\Gamma_2$  – қайтган тўлқинларнинг годографлари.

Бундай ҳолатда, масалан,  $O_3$  нуктада қўзғатиш бўлса, кузатиш  $O_1O_2$  ва  $O_4O_5$  бўлакда ўтказилади (75б. расм).

Мураккаб геологик шароитларда икки мартали узлуксиз профиллаш қўлланилади. Бунда ҳар икки қўзғатиш пункти икки томонлама кузатилади (масалан,  $O_3$  нуктада қўзғатилса,

кузатиш  $O_1O_3$  ва  $O_3O_5$  ораликларда олиб борилади) (75в. расм). Бунда кўзғатиш оралиғи кузатиш оралиғидан 2-3 марта кичик бўлади.

Сейсмик профиллаш ишлари одатда бурмалар йўналишига кўндаланг бўлган ва бўйлама икки профил бўйича олиб борилади.

Сейсмик зондалашда эса кузатиш 2-6 кўзғатиш пунктида (п.п) битта ёки бир-бири билан кесишувчи профилларда (кесишувчи зондлаш) амалга оширилади. Бу эса қайтариш чегарасининг фазовий жойлашувини баҳолашга ёрдам беради.

Сейсмик профиллаш ва сейсмик зондлашда барча ишлар бўйлама (кўзғатиш пункти ва сейсмик приёмниклар бир чизикда жойлашади) ёки бўйлама бўлмаган (кўзғатиш пункти сейсмоприёмниклар жойлашиш чизигидан ташқарида) тизимларда олиб борилади.

Қайтган тўлқинлар усулида кўзғатиш ораликлари қайтариш чегаралар чуқурлиги ва шу майдондаги профилнинг узунлигига боғлиқ.

Кўзғатиш пунктидан катта масофаларда қайтган тўлқинни қайд қилиш қийинроқ, улар навбати билан синган тўлқинлардан кейин келиши мумкин. Кўзғатиш пункти яқин атрофида эса, синган тўлқинлар бўлмайди ва бошқа тўлқинлар орасидан қайтган тўлқинларни ажратиш енгилроқ.

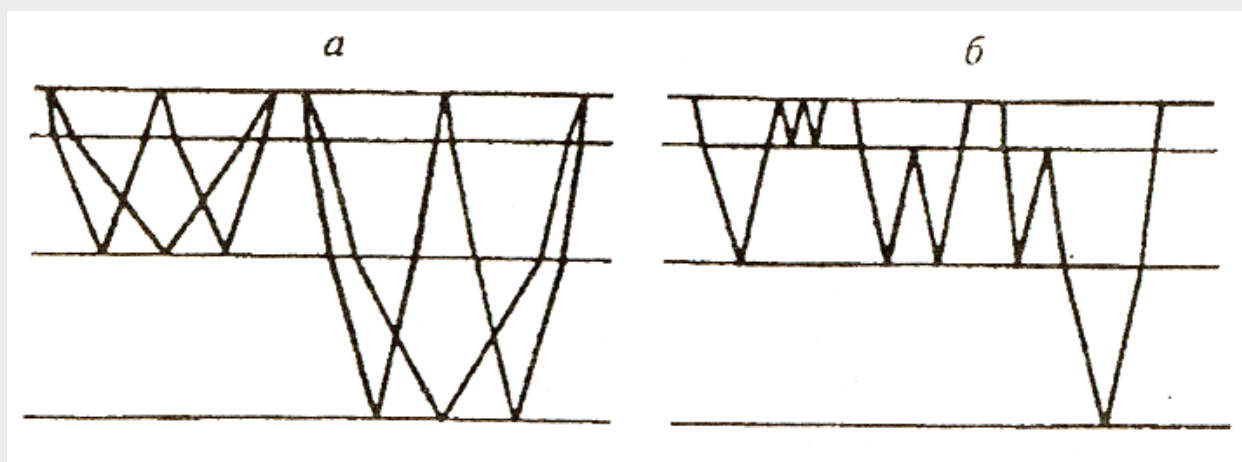
Сейсмоприёмниклар орасидаги масофа (кузатув қадами) шундай бўлиши керакки, қайтган тўлқинларни ва годографларни тузиш ва тушиниш осонроқ бўлсин. Одатда, улар 1 м дан 10 м гача кесимнинг юқори қисмини ҳамда 10-100 м бир неча километр бўлган чуқурликларни ўрганиш учун қўлланилади. Фойдали тўлқинларни ишончли таққослаш учун кузатув қадами қуйидаги ифода орқали танлаб олинади:  $\Delta x = V_k \cdot T/2$ .

Умумий чуқур нукта усулида кузатиш тизими. Қайтган тўлқин усулининг бир тармоғи умумий чуқур нукта усули бўлиб (УЧН), унда битта чегаранинг умумий нукталардан қайтган тўлқинлар йиғилади. Қайтган тўлқинлар профилнинг тўлқин ҳосил қилиш ва приёмниклари орасига симметрик жойлашган нуктада (марказий жойлашиш) ёки тўлқин кўзғатиш пункти ва приёмниклар профилининг охирида (канотларида жойлашиш) ги нуктада ўрганилиши мумкин.

Бундай ёйиб қўйиш сони қоплама карралиги дейилади, улар 10 ва ундан ортиқ бўлади. Натижада умумий чуқур нукта годографи (гипербола) бўйича, доимий ҳалақит берувчи тўлқинларни сўндириб қайтган чегараси аниқланади.

Интерференцион кузатиш тизими. Мураккаб сейсмогеологик шароитларда (кескин чегаралар бўлмаса, қатламнинг понасимон жойлашиши, кўп тўлқинлар) бир марта қайтган фойдали тўлқинни турли тўлқинлар орасидан ажратиш мураккаб ҳисобланади. Айниқса, бир марта қайтган тўлқинни кўп каррали қайтган тўлқинлардан ажратиш олиш жуда мураккабдир.

76. а,б- расмда кўп каррали (тўлиқ ва тўлиқсиз) қайтган тўлқинлар кўрсатилган.



**76-расм.** Тўлиқ қайтган тўлқин (а) ва тўла қайтмаган тўлқинлар (б) турли ва ҳосил бўлиш схемаси.

Маълум сейсмогеологик шароитларда, айрим чегараларда алмашувчи қайтган ва синган тўлқинлар пайдо бўлади. Муҳит тўғрисида алмашувчи ва кўндаланг тўлқинлар қўшимча маълумот берсада, (мустақил алмашиш ва кўндаланг тўлқин усулларга ажратиш мумкин), улар қайтган тўлқин усулида қўлланиладиган бир марта қайтган тўлқинларни ажратишда баъзи қийинчиликларни туғдиради.

Бир марта қайтган бўйлама тўлқинларни бошқа тўлқинлардан ажратиш олишда турли интерференцион тизим қўлланилади.

Улар маълум йўналишдаги тўлқинни қайд қилувчи асбоблар, усуллар ва интерпретацион йўллари ўз ичига олади. Интерференцион тизим, эластик тебранишларни бир ёки бир нечта каналлар бўйича қўшиш билан амалга оширилади. Айрим ҳолларда ёзувга, вақт мобайнида бўлган қўшимча силжима сигналлар киритилади. Бундай йиғиндилар (интерференция) натижасида, керакли қайтган тўлқин алоҳида белгиланиб, тебраниши ёзиб олинади. Турли йўналишда келаётган эластик тўлқинларнинг (сейсмик радиациянинг турли бурчаклиги) туюлувчи тезлиги, частотаси ва амплитудаси турлича бўлиши бунга имконият беради.

Турли интерференцион тизимлар мавжуд. Интерференцион тизимнинг энг оддийси; сейсмоприёмник ва қўзғатиш манбаларини гурухлашдир. Сейсмоприёмникларни гурухлашда уларнинг бир қатори бўйлама ёки кесишувчи ҳолатда профилга бутун майдон бўйича ўрнатилади ва битта кучайтиргичга уланади, натижада битта йиғилган сигнал қайд қилинади. Ҳар бир воситадаги (каналдаги) сейсмоприёмниклар миқдори, уларнинг оралиқларидаги масофа (20-100 м ларда) жуда синчковлик билан белгиланади ва шундагина, керакли тўлқинни яхши ажратишга эришилади. Гурухлашда сейсмоприёмникда бир вақтда келган тезлиги катта бўлган қайтган тўлқинлар кучаяди, бошқа йўналишдан келганлари эса, тезлиги кичик бўлган халақит берувчи тўлқинлар кучсизлантирилади.

Манбаларни гурухлашда, тўлқин бир нечта пунктда бир вақтнинг ўзида ҳосил қилинади. Бу, тушувчи тўлқинлар текис фронтини ҳосил қилади ва қайтган тўлқинлар ёзувини осонлаштиради.

Интерференцион тизимнинг биттаси – бошқарилувчи йўналишни қабул қилиш бўлиб, уни ишлаб чиқиш ва тадбиқ этиш, қайтган тўлқин усулининг алоҳида вариантини юзага келтирди.

Бошқарилувчи йўналишнинг қабул усулининг моҳияти, эластик тебраниш йўналишини қабул қилишда, ёзувга сунъий вақтли силжишлар киритишдан иборат (турли вақтдаги тебранишни жамлаш). Сейсмограммадан сигналларни жамлашда, вақт бўйича силжиш натижасида, мураккаб интерференцион кўриниш пайдо бўлади.

Силжиш вақтини ўзгартириб кўпгина тўлқинлар орасидан аниқ бурчак ва юзага эга бўлган қайтган тўлқинни ажратиш мумкин.

Нефт ва газ конларини аниқлашдаги мукамал сейсморазведка, майдон бўйича интерференцион кузатиш тизими, кейинчалик уч ўлчамли таҳлил йўли билан олиб борилади. У квадратли турида 1000 гача сейсмоприёмник ўрнатиш билан амалга оширилади. Турли тўлқин қўзғатиш (қўзғатиш) пунктларидан тебранишлар тарқатилади, ер остидаги тузилма ҳар томондан ўрганилади. Натижада Ер ичкарисининг камровли голографик расмси ҳосил бўлади.

*Синган тўлқин усулида кузатиш тизимлари.* Тўлқин қўзғатиш пункти атрофида бош синган тўлқин кузатилмайди. Синган тўлқин усулида кузатиш тизими шундай олиб борилиши керакки, бунда қўзғатиш пункти атрофида сейсмоприёмникларни ўрнатиш мақсадга мувофиқ эмасдир. Синган тўлқин усулининг маълумотлари профил бўйича турли тўлқин қўзғатиш пунктдан иккита учрашувчи годографлар тузиш йўли билан ишончли интерпретация қилинади. Бунинг учун кузатиш тизими шундай қурилиши керакки, иккита қўзғатувчи пунктлар оралиғида олинган годографлардан учрашувчи ёки кетма-кет жойлашган пунктлардан қувлаб етувчи годографлар тузиш мумкин бўлсин. Битта чегарадан қувлаб етувчи годографлар бир кузатув оралиғида параллел бўлиши сабабли уларни параллел силжиши орқали умумий годографлар чизилади. Одатда, профил бўйлаб узлуксиз кузатишни таъминловчи тўлиқ

корреляцион–таққослаб кузатиш тизими қўлланилади. Синган тўлқин усулида: бир, икки, уч кўзғатиш оралиғидан кейин, узлуксиз профиллаш тизимидан фойдаланилади.

Оддий геологик шароитда синган тўлқинлар кучли бўлиб, ёзма шакллари ва туюлувчи тезликлар бўйича яхши фарқланишида тўлиқсиз кузатиш тизимларидан фойдаланилади. Уларда ўзаро нукталардаги вақтларни тенглаштириши қувлаб етувчи годографлар ўхшаш аломати бўйича ўтказилади. Бундай шароитлар кристаллик пойдевор, тош тузи ва бошқалар юзасидан ҳосил бўлган синган тўлқинларни кузатишда бўлади.

Синган тўлқин усулида сейсмоприёмниклар орасидаги масофа 10 м дан 100 м гача ўзгаради, мукамал муҳандис – геологик тадқиқотларда эса, у 1-5 дан 5-10 м гача бўлади. Синган тўлқинлари, тўлқин кўзғатиш пунктидан узоқда кузатилиши сабабли, частота спектрининг камайганлиги билан фарқланади. Шу сабабли паст частотали саралашни ишлатилишида қайтган, тўғри ва бошқа синган тўлқинларга нисбатан частотаси катта бўлган тўлқинлар сўндирилади.

*Сейморазведка дала ишларини ташкил қилиш.* Кузатиш тизими ҳамда тўлқин ҳосил қилиш йўлини танлаш дала ишларини ташкил қилишга киради.

Сейморазведка дала ишларини бошлашдан олдин асбоблар созланади ва тўғриланади. Кўп каналли сейсмоқайд қилиш асбобига энг муҳим талаб воситалар ўхшашлиги, яъни бир хилдаги сигналнинг ҳамма воситаларда бир хилда қайд қилинишидир. Бунга асбобни созлаш жараёнида эришилади.

Ер усти ишларидан олдин профиллар тизими аниқланади. Ҳар бир профил йўналишида тўлқин кўзғатиш пункти ва сейсмоприёмниклар ўрнатилади. Сейсмоприёмникни вертикал жойлаштирилганда бўйлама тўлқинлар, горизонтал жойлаштирилганда эса, кўндаланг тўлқинлар қайд қилинади. Профил бўйлаб сейсмик ўрам тарқатилиб сейсмоприёмникларга ва кучайтиргич блокига бириктирилади. Айрим ҳолларда сигналлар радиовоситалар бўйича берилади. Бунинг учун ҳар бир сейсмоприёмникка кичик радиопередатчик, сейсмостанцияга эса, кўп каналли радиоприёмник ўрнатилади. Ундан сўнг станциянинг барча бўлақларини ишлаши текширилади ва радиоалоқа ёки телефон ўрнатилади. Эластик тўлқин келишини аниқ билиш мақсадида тўлқин кўзғатиш пайтини билиш талаб этилади. Кўзғатиш усулида электр детонаторнинг атрофига сим ўралиб электр батареяга, сўнгра қаршилиқлар билан бирлаштирилади ва сейсмостанцияларнинг махсус (кўзғатиш моменти) каналига уланади.

Портлаш жараёнида сим узилади ва электр импульс пайдо бўлади, уни магнит тасмасида ёки сейсмограммада кўзғатиш пайти деб қайд қилинади. Портлатмасдан тўлқин ҳосил қилиш усулида ҳам зарба бериш пайтида электрик импульс берилади.

Асбобни тайёрлаб ўрнатгандан сўнг, сейсмостанция оператори кўзғатишга (ёки зарбга) буйруқ беради ва асбобни (сейсмостанцияни) ишга солади. Эластик тўлқинни қайд қилиш бир неча секунд, айрим ҳолларда ўнлаб секундларда автоматик ҳолда амалга оширилади.

Натижада сейсмограммалар ва магнитограммалар ёзиб олинади.

*Парма қудуқлари ва ер усти сейсмик тадқиқотлар.* Парма қудуқларидаги сейсмик тадқиқотларнинг асосий вариантлари вертикал сейсмик профиллаш, сейсмик каротаж ва ўтувчи тўлқин нурига асосланган сейсмоакустик нурланишдан иборатдир.

Вертикал сейсмик профиллашда эластик тўлқин ер юзида қудуқдан турли масофаларда кўзғатилади, парма қудуқларида ҳар хил чуқурликларда ўрнатилган сейсмоприёмникларда эса, турли тўлқинлар қайд қилинади. Бу усул тоғ жинсларида тўлқин тарқалиш тезлигини ва кузатилган турли тўлқинлар табиатини ва хусусиятларини ўрганиш учун ҳизмат қилади. У етакчи усуллардан бири бўлиб, дала сейсморазведка ишлар натижаларининг аниқлигини катта бўлишини таъминлайди ва сейсмик горизонтларни геологик маълумотлар билан боғлайди.

Сейсмик каротажда қудуқнинг ҳар хил чуқурликларида жойлашган сейсмоприёмниклар ёрдамида Ер юзасида қудуққа яқин ўрнатилган кўзғатиш манбадан тарқалган ўтувчи (тўғри) тўлқинни келган вақтлари қайд этилади.

Сейсмоакустик ёритиш усулида эластик тўлқин импульси доимий тебранишни бир қудуқ ёки бошқа тоғ иншооти бўйича тарқатади. Ундан 100 м узоқликда бўлган қўшни қудуқда

бутун масофадан ўтган тўлқин ўлчанади. Тўлқин тезлиги ва кескинлиги пасайиши билан маълум объектларни чиқариш мумкин. Бунда акустик жиҳатдан фарқланадиган объектлар (ер узилмалар зонаси, карстлар, маъдан майдонлари) алоҳида аҳамиятга эга.

Дала сейсморазведкасида тўлқин қўзғатиш ва қабул қилиш пунктларини топоасосга боғлаш, топогеодезик усуллар ва сунъий йўлдошлар орқали амалга оширилади.

*Сейсмoeлектр усуллари.*

Ер усти варианты. Сейсмoeлектрик усулнинг иккита асосий вариантлари мавжуд бўлиб, улар пьезoeлектрик ва сейсмoeлектрик потенциаллар усуллариدير.

Пьезoeлектрик усулнинг техникаси ва услуги Ер юзаси сейсморазведкасиникига ўхшашдир. Эластик тўлқинлар кучсиз қўзғатишлар ёки зарбалар ёрдамида қўзғатилади. Пьезoeлектр эффекти юқори бўлган жинслардан эластик тўлқин ўтаётганда электромагнит тебранишлар тўпланади. Сейсмоприёмниклар ёрдамида эластик тўлқинни қайд қилиш билан бирга, бу майдоннинг электр (Е) хусусияти қабул қилувчи (MN) электродларга уланган симлар бўйича, магнит (Н) хусусияти эса, айрим ҳолларда рамкали антенналар орқали аниқланади. Ушбу ишлар учун оддий сейсмик станциялардан кам фарқланадиган 6 ва 8 каналли станциялардан фойдаланилади. Сейсмоприёмниклар, Е ва Н узатгичлари бир-бирига яқин жойлашади. Қўшни пунктлар орасидаги масофа 2 м дан 20 м гача бўлади.

Ер юзида пьезoeлектрик усулнинг бўйлама бўлмаган ва ҳалқали профиллаш каби турлари қўлланилади. Номеёрликларни аниқлаш учун кузатувлар, номеёрликларга перпендикуляр ва параллел ўтказилган кесмалар бўйича олиб борилади. Профиллар орасидаги масофа аниқланаётган объект ўлчамидан 2-4 баробар кичик бўлади.

Сейсмoeлектрограммани (ёки пьезоелектросейсмограмма) ишлови жараёнида эластик ва электромагнит импульсларининг максимал амплитудаси ва биринчи келиш вақти аниқланади. Ундан сўнг тўлқинлар годографи тузилади. Бу расмларда максимумлар орқали пьезoeлектрик эффекти катта бўлган геологик жинслар аниқланади. Муҳитдаги эластик тўлқин тарқалиш тезлигини  $V$  ва пьезoeлектрик тўлқин  $\Delta t$  ни билган ҳолда, тўлқин тарқалиш пунктдан объектгача ( $R=V\Delta t$ ) бўлган масофани топиш мумкин.

Турли пунктлардан бундай маълумотларни йиғиб, объектнинг контури белгиланади.

Пьезoeлектрик усулнинг ер юзасидаги варианты геологик объектлардаги (кварцли, тоғ хрустали, пегматит томирлар, нефелинли жинслар) фаол пьезoeлектрик хусусиятларни аниқлашда ишлатилади. Бундай объектлар олтин, тоғ хрустали, оптик кварц, слюда, нефелинлар борлигидан далолат беради. Разведканинг чуқурлиги 10-30 м бўлади.

2. Пьезoeлектрик усулнинг ер ости варианты. Усулнинг бу вариантыда профиллаш парма қудуқлари ва тоғ кон иншоотлари бўйлаб ёки улар билан ер юзи орасини ёритиш йўли билан олиб борилади. Кузатиш тизими ва усули иншоотларнинг жойланиши ҳамда геологик кесимнинг хусусиятига боғлиқ.

Бу ишлар натижасида тоғ кон иншоотлари оралиғидаги фаол пьезoeлектрик объектлар аниқланади. Кварц, пегматит ва бошқа томирларнинг пьезoeлектрик эффекти юқори бўлган майдонлар топилади. Разведканинг чуқурлиги ўнлаб метрларни ташкил этади.

3. Сейсмoeлектрик потенциаллар усули. Сейсмoeлектрик потенциаллар усули техникаси ва кузатиш тизими ҳудди пьезoeлектрик усулга ўхшашдир. Фарқи электромагнит майдонлар табиатини турлилигида. Бу усул муҳандис-гидрогеологик ва сейсмогеологик тадқиқотларда кенг қўлланилади. Масалан, унинг ёрдамида жинсларнинг намлиги, ғоваклиги ва тоғ жинсларининг музлаш хусусиятларини аниқлаш мумкин. У сейсмик ҳавфли жойларни сейсмогеологик хариталашда ҳам қўлланилади.

## **СЕЙСМОРАЗВЕДКАГА ИШЛОВ БЕРИШ, ТАЛҚИН ҚИЛИШ ВА УЛАРНИНГ ҚЎЛЛАНИШ СОҲАЛАРИ.**

### **Сейсморазведка маълумотларини талқин қилиш.**

*Сейсморазведка маълумотларининг талқин қилинишини моҳияти ва натижалари.*

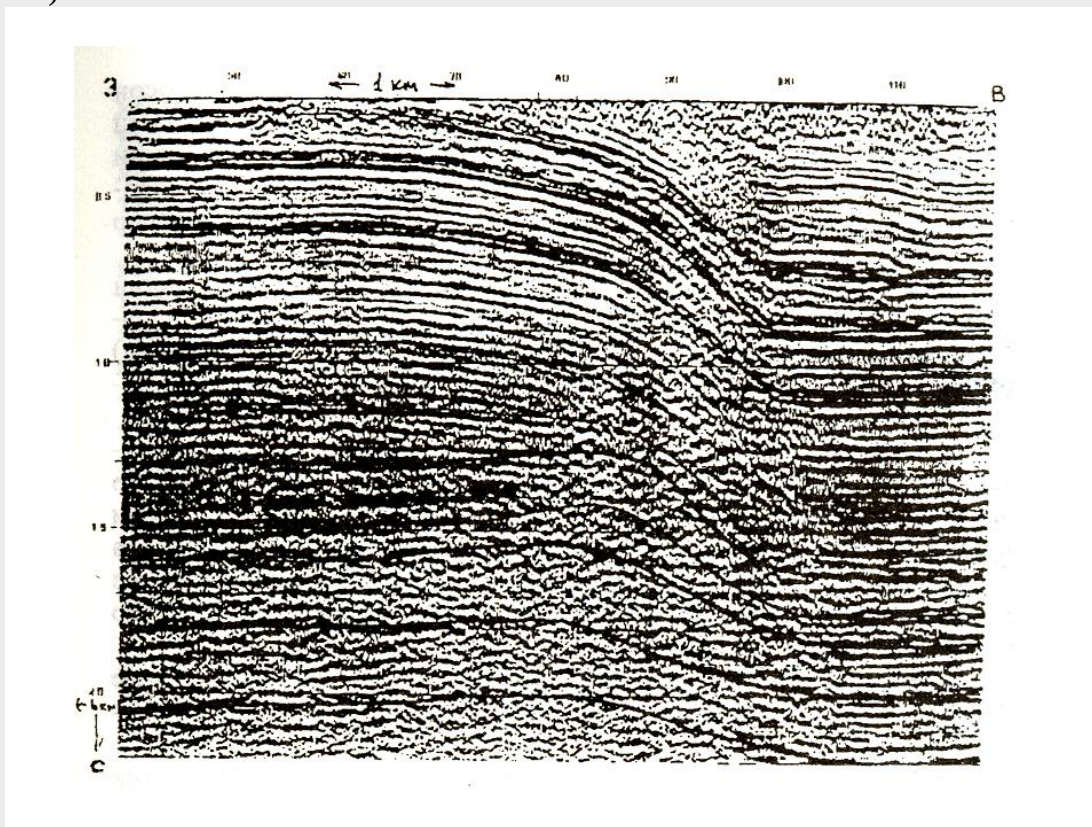
Сейсморазведка маълумотларини талқин қилиш (интерпретация) геофизиканинг бошқа усуллариغا нисбатан анча мураккаб ва кенг қамровли бўлиб, юзлаб тўлқинлар орасида, бир нечта фойдалиларини ажратиб олишдан иборатдир. Оқилона кузатиш тизими ва мураккаб сонли маълумотларга ишлов бериш ёрдамида, кўпгина ҳалақит берадиган тўлқинлардан кинематик (келиш вақти) ва динамик (сигналлар частотаси амплитудаси) хусусиятларини ажратиш лозим. Сўнг уларнинг қайтган ва синган тўлқинлар билан ўхшаш ҳолатлари талқин қилинади.

Шундай қилиб, сейсмик маълумотларни талқил қилишда тўлқин келиш вақти ( $t$ ), ҳар хил масофада жойлашган пунктлардан ( $X$ ) аниқланади. Улар учун ЭХМ лар ёрдамида ёки қўлда куйидагилар тузилади:

- тўлқинлар годографи (горизонтал бўйича  $X$ , вертикал бўйича- $t$ );
- профилограммалар (горизонтал бўйича  $X$ , вертикал бўйича пастга йўналишидаги ҳамма фойдали тўлқинлар);
- вақтли кесимлар (горизонтал бўйича  $X$ , вертикал бўйича пастга  $t_0$ , ҳақиқийси ёки ўзгартирилгани).

Ишлов бериш ажратилган бир қаррали тўлқинларни сифатли талқин қилиш билан тугалланади, яъни сейсмик кесимнинг горизонтал ва вертикал бўйича ўзгариши аниқланади.

Бурмаланишнинг барча хусусиятлари, айниқса вақтли кесимларда яққол намоён бўлади (77 – расм).



77 – расм. Қайтган тўлқин усулининг вақтли кесими

Сейсмограммаларга қўлда ишлов бериш. Сейсморазведка маълумотларига қўлда ишлов бериш учун, сейсмограммаларнинг узлуксиз ўхшаш қайд қилиниши кўринадиган шаклда бўлиши керак (77-расм). Шу мақсадда магнитограммалар фото ва оддий қоғозларга кўчириб ёзилади.

Биринчи бўлиб, сейсмограммаларга кўзғатиш вақтини қайд қилувчи маҳсус белги қўйилади. Ундан сўнг битта тўлқиннинг келиши ёки унинг бир қисмининг ҳар хил ҳолларидаги сейсмограммалари таққосланади. Тўлқин бошланишини (ёзувнинг биринчи кескин бурилган ҳолати) дастлаб келган тўлқиндан осон аниқланади. Улар одатда тўғри ёки синган тўлқинлар бўлади. 77-расмда  $t_1$  – тўғри,  $t_2$  – синган,  $t_3$  - қайтган тўлқинлар. Бошқа тўлқинларни аниқлаш,

айниқса, чуқур чегараларда устма-уст тушган тўлқинларни топиш қийин, шу сабабли тўлқинлар фазалар бўйича таққосланади. Бунинг учун сейсмограммаларда ўхшаш фазалар ўқи кузатилади ёки тебраниш фазаси, яъни ёзувнинг максимуми ва минимуми ўрганилади. Улар қўшни профилларда шакли ва амплитудасига кўра ўхшаш бўлади.

Ёзувни яхшилаш ёки керакли тўлқинларни ажратиш осон бўлиши учун, дала маълумотларини қайта ёзишда саралаш ўтказилади. Сигналларни йиғиштириб кучайтириш ёзувни яхши кўриш ва яхши ишлов беришни таъминлайди. Ўхшаш фазаларининг ўқларини ўрганиб, ҳар бир сейсмоприёмникка тўлқинлар фазасининг келиш вақтини аниқлаш мумкин.

Олинган тўлқин келиш вақтига статистик тузатма киритилади: кесимнинг юқори қисмидаги қалинлиги кам бўлган кичик тезликдаги табақаларга, (туб жинсларга нисбатан уларда тезлик кам бўлади) рельефга, кўзғатиш чуқурлигига, ундан ташқари бошқа тўлқиннинг келишини аниқ билиш учун фазалар вақтига тузатма киритилади.

Сейсмик маълумотларга рақамли ишлов бериш. Сейсморазведканинг энг мураккаб муаммоларини ечиш жуда кўп тўлқинлар орасидан фойдали тўлқинларни ажратиш, уларга ЭХМ ларда рақамли ишлов бермасдан амалга оширилиш мумкин эмас. Геофизикада «Рақам инқилоби» 60-70 йилларда бўлиб ўтган. Сейсморазведкани компьютерлаштириш даражаси эса, илмий-амалий йўналишлар ичида энг юқори ҳисобланади.

Рақамли ишлов бериш асосини ўрта математик операция: Фурье ўзгартириши, сигналларни қуюқлаштириш (конволюция) ва таққослаш ташкил қилади.

Фурье ўзгартириши, вақт майдонидаги функцияни (эластик тўлқин пайдо бўлишидаги қиска импульс) частоталар майдонидаги (сигналларнинг ўзоқ гармоник ёзуви) функцияга ва унинг аксига ўзгартиради.

Бундай ўзгартиришларда маълумот йўқолмайди, балки уларга ишлов бериш вақти ёки частотали майдонларда қулайлик туғдиради.

Сигналларни қуюқлаштириш – фильтрация масалаларини математик ечишдир, яъни бунда ҳар бир сигнални ташкил этувчи элемент айрим функция билан алмаштирилади. Сигналлардан бири тўнтаришган, яъни фазага қарши бўлади.

Таққослаш икки кетма-кетликдаги тўлқин ўхшашлик меёрини аниқлайди. У қуюқлаштиришга ўхшаш бўлиб, фақат биронта функциянинг тўнтарилишисиз амалга оширилади. Масалан, бу усул ёрдамида икки трассадаги сейсмоприёмниклар ёзувининг ўхшашлиги аниқланади. Ўхшашликни яхшилаш учун бирорта каналга вақтли силжиш киритилади. Рақамли ишлов бериш усуллариининг мақсади; фойдали сигналларни ҳалақит берувчи тўлқинларга нисбатан яхшилаш, ишончли саралаш, бир карра қайтган ва синган тўлқинларнинг фойдали синфазаларини, турли трассалардаги тўлқин келиш вақтини, сигналлар ўзгаришини аниқлашдан иборат.

Вақтли кесимларни тузиш. Қайтган тўлқинлар усули маълумотларига ишлов бериш натижасида вақтли кесим тузилади (78-расм). Бундай кесим аниқ танлаб олинган ва ўзгартирилган сейсмограмманинг ўзидир. Унда қайд қилиш ( $t_0$ ) вақтдан бошланади, яъни ва манбаадан приёмниккача тўлқин ўтиш вақти ҳисобга олинади. Бунинг учун кузатилаётган сейсмограммаларга кинематик тузатмалар киритилади.

Ушбу кесимлар  $t_0$  усули билан, автоматик ишлаш ёки марказий нур усуллари билан олинади. Бунда сейсмоприёмник тўлқин кўзғатиш пунктига яқин жойлашади, ёзиш эса, бирорта сейсмик қайд қилиш воситасида олиб борилади. Бунга, сув ҳавзаларидаги узлуксиз сейсмик профиллаш усули мисол бўла олади. Агар, трассалардаги шундай ёзув монтаж қилинса (ҳар бир трасса ўқини пастга, аниқ яқин масофага тўлқин тебратиш пункти, ҳар бир қўшни трассалар жойлашади), у вақтли кесим бўлади.

Кўп каналли автоматик қайд қилишда эса, вақтли кесимлар ЭХМ ларда тузилади. Вақтли кесимларда бир каррали қайтган тўлқинлар синфазалар (ўхшаш фазалар) ўқини ажратиб,  $t_0$  чизикни олампиз. Уларнинг ҳар бири геологик кесимдаги қайтариш чегараларига тўғри келади.

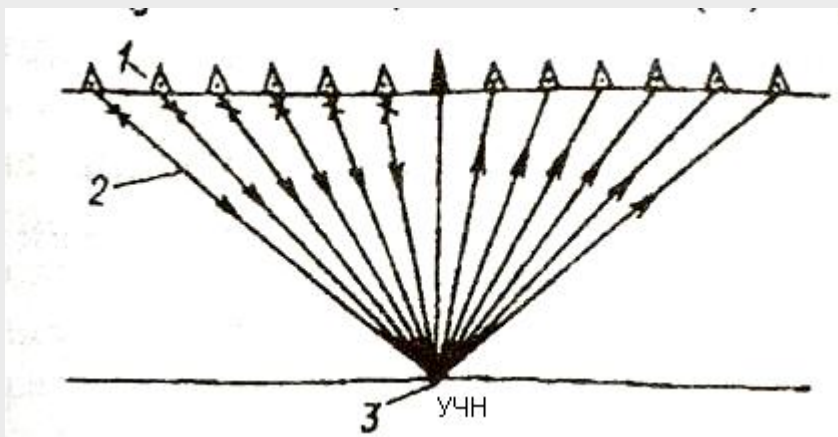
Вақтли кесимларда қайтган тўлқин усули, тўлқиннинг сифатли натижаси ҳисобланиб, қайтарувчи чегаралар чуқурлиги тўғрисида маълумот бермасида, улар геологик тузилиш борасида умумий маълумот беради. Агар, профил бўйлаб ўртача тезлик ўзгармаса,  $t_0$  чизикни

қайтган чегара билан солиштириш мумкин. Қайтараётган чегарагача ўртача тезликни билган ҳолда, (масалан, шу район бўйича  $V_{\text{ўр}}(t_0)$  расмни) чуқурликдаги вақтли кесимни тузиш мумкин.

$V_{\text{ўр}}(t_0)$  профил бўйича доим бўлган ҳолатда  $t_0$  вақт шкаласини чуқурлик шкаласига  $H = V_{\text{ўр}}(t_0) \cdot t_0 / 2$  (79-расмга қаранг) ўзгартириш керак.  $V_{\text{ўр}}$  доимий бўлмаганда чуқурлик бўйича вақтли кесим ўзгариши мураккаб бўлиб, улар ЭХМ ларда ҳисобланади.

Умумий чуқур нукта усули маълумотларига ишлов бериш.

Умумий чуқур нукта усулида ( $x_i$ ) профилнинг ҳар бир нуктасида бир нечта ( $N$ ) сейсмотрасса олинади, яъни бир нечта турли тўлқин қўзғатиш манбаи ва сейсмоприёмниклардаги ёзув  $x_i$  дан (ёзув нуктаси) симметрик жойлашади. Бундай кузатиш тизимида профилнинг ҳар бир нуктасида тўлқин тарқатиш манбаи ва сейсмоприёмник кетма-кет жойлашади, уларнинг бундай қўйилиши қайтарувчи чегаранинг битта умумий нуктасининг каррасига ( $N$ ) баробар бўлади.



78 – расм. Умумий чуқур нукта усули маълумотларига ишлов бериш

Бир каррали тўлқинлардан (78– расм) ташқари сейсмограммада турли чегаралардан қайтган кўп каррали тўлқинлар мавжуд бўлгани сабабли (78– расм), улар фойдали тўлқинларни ниқоблаб қўяди.

Умумий чуқур нукта (УЧН) усули маълумотларига ишлов бериш, кўп каррали қайтган тўлқинларни қисман босиб қўйиш демакдир. Бунинг учун бир УЧН да кузатилган ҳамма  $N$  сейсмик трассаларга статик ва кинематик тузатмалар киритган ҳолда улар йиғилади, яъни суммалари олинади. Бунда бир каррали қайтган тўлқин тарқалиш йўли учун ҳисобланган кинематик тузатма киритиб, сигналлар суммасини олганда, улар кучаяди, турли каррали тўлқинлар сўнади. Ишлов бериш мураккаб ҳисоб-китоб талаб қилгани туфайли, улар ЭХМ ларда автоматик усулда амалга оширилади.

### Сейсморазведка маълумотларини микдорий талқин қилиш

*Миқдорий талқин қилишнинг моҳияти ва якуний натижалари.*

Годографлар ва вақтли кесимларни миқдорий талқин қилиш, тезлик кесимини ўрганиш ҳамда ҳар бир қайтган ва синган чегаралардаги ўртача тезликни ( $V_{\text{ўр}}$ ) аниқлашдан бошланади. Сўнг вақтли кесимлар чуқурлик бўйича ўзгартирилади. Яъни кесим геометрияси (чуқурлиги, ф-киялик бурчаги), чуқурлиги ва профил бўйича катламли, ўртача, чегаравий тарқалиш тезликлари аниқланади.

Натижаларни геологик мушоҳада қилиш якунловчи босқич ҳисобланади. Бунинг учун барча геологик маълумотлардан ва қудуқлардан олинган геофизик тадқиқот ишларидан фойдаланилади. У сейсмогеологик кесим тузиш билан якунланади ва сейсморазведка ҳамда

кудуклардан олинган геофизик маълумотлар асосида ишланган тузилмаларнинг сейсмогеологик кесими дейилади. Шу билан бирга, тузилма хариталари ҳам чизилади.

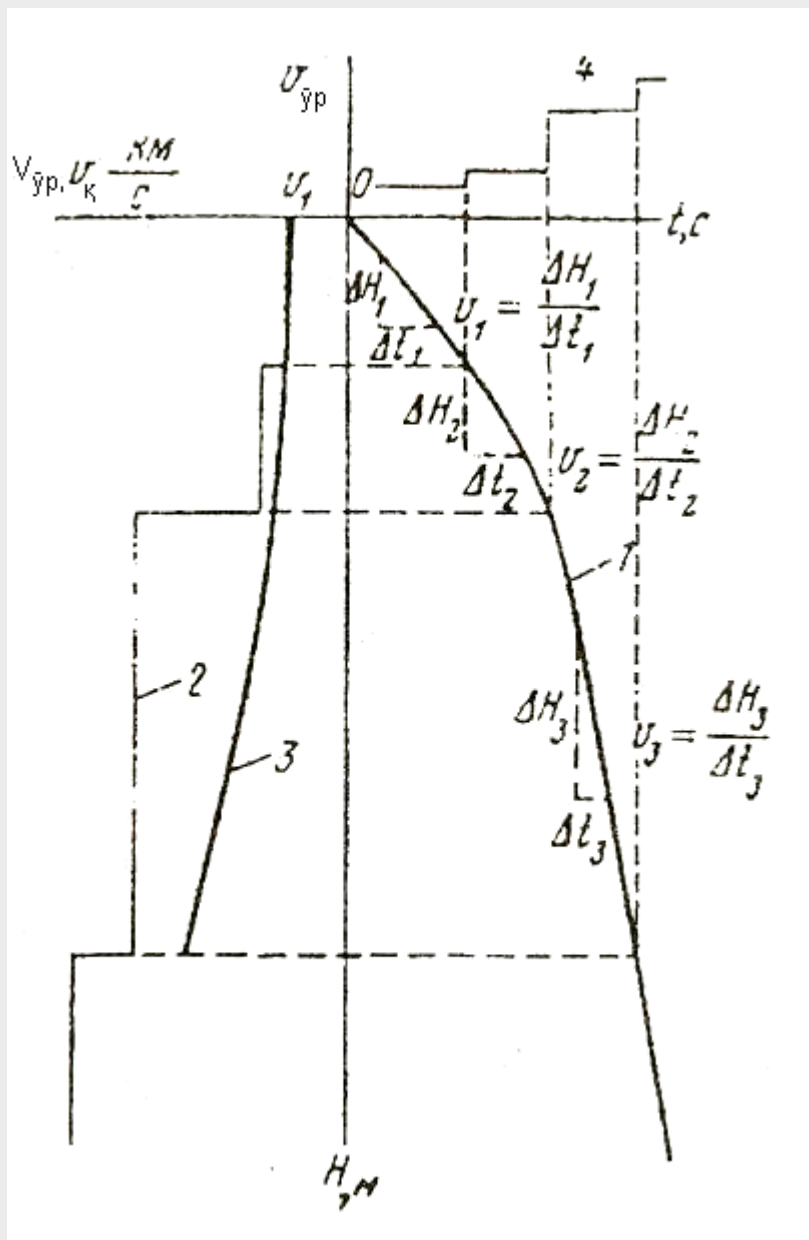
*Кўп қатламлардаги қайтган ва синган чегаралар бўйича эластик тўлқин тезлигини аниқлаш.*

Қайтган ва синган тўлқинлар усулининг тескари масалаларида даставвал қатлам чегараси устида ўртача тезликни топиш талаб қилинади.

Кудукнинг сейсмик каротажи бўйича ўртача тезликни аниқлаш. Чегарани қопловчи устки қатламдаги ўртача тезликни аниқлайдиган усул кудуклардаги сейсмик тадқиқотлар (сейсмокаротаж) ҳисобланади. Сейсмокаротажда кудук атрофида эластик тўлқин тебраниши ҳосил қилинади ва кудукнинг ҳар хил чуқурликларига ўрнатилган сейсмоприёмниклар ёрдамида эластик тўлқиннинг дастлабки келиш вақти аниқланади. Ундан сўнг вертикал годограф тузилади (вертикал ўқ бўйича чуқурлик, горизонталда – тўлқин келиш вақти) ва оралиқ ёки қатламлардаги тезлик чизмаси чизилиши (79-расм). Годограф бўйича қатламдаги тезлик  $(V_{к0}) = \Delta H / \Delta t$  аниқланади, ҳамма устки қопловчи қатлам бўйича ўртача тезлик годографнинг нуқтасидан ҳисобланади:

$$V_{\text{ўр}} = \sum V_{\text{кли}} \Delta_i / \sum \Delta t_i \approx H / t$$

Бунда  $i$ - қатлам номери,  $H$  чуқурлик қалинлик бўйича ҳамма қатламлар жамлаштирилади,  $t$ - $H$  чуқурликка тўлқиннинг келган вақти.



79– расм. Кудуклардаги сейсмик изланишларнинг умумий натижаси: 1 – вертикал годограф; 2 - қатламдаги тезлик чизмаси; 3 ва 4 – чуқурлик ва вақтга боғлиқ ўртача тезлик.

Қайтган тўлқин усулида эффектив (самарали) тезликни топиш. Қайтган тўлқинлар годографи бўйича қопловчи қатламдаги  $V_{эф}$  ҳар хил йўллар билан аниқлаш мумкин.

Сейсморазведка амалиёти ва ҳисоб-китобларнинг кўрсатишича, қайтган тўлқин усули маълумотларидаги  $V_{эф}$  фарқ ва кудуклар кузатувдаги  $V_{ўр}$  фарқ қилади ( $V_{эф} \geq V_{ўр}$ ). Бу фарқ қатламларнинг турли горизонтларидаги тезликка боғлиқдир. Агар қатламдаги тезликнинг фарқи 2 мартадан ошмаса, у ҳолда  $V_{эф}$ , тезлик қиймати  $V_{ўр}$  дан 3 % га фарқ қилади, агар фарқ уч марта бўлса,  $V_{эф}$  қиймати  $V_{ўр}$  дан 6% га ошади. Умумий чуқур нукта усулининг годографи бўйича аниқланган эффектив тезлик  $V_{ўр}$  га яқин бўлади. Қайтган тўлқин ва умумий чуқур нукта усуллари рақамли ишлов беришда махсус амаллар ёрдамида  $V$  нинг ишончли белгилари аниқланади, уларнинг кенглик ва чуқурлик бўйича ўзгариш қонуниятлари ўрганилади.

Сейсморазведка геофизиканинг энг аниқ усули бўлиб, талқин қилишдаги барча нуксонлар  $V_{ўр}$  ни қанчалик аниқликда топилишига боғлиқ. Энг ишончли маълумотлар кудуклардаги сейсмик изланишлар орқали олинади. Рақамли ишлов бериш натижаларида тезлик ва бошқа кўрсаткичларни ( $H$ ,  $\phi$ ) аниқлашда 1% гача ҳатолик бўлиши мумкин.

Синган ва рефрагенлашган тўлқинлар усулида ўртача тезликни аниқлаш. Сейсморазведка амалиёти кўрсатишича, қатламлардаги эластик тўлқин тезлигини синган ва

рефрагенлашган тўлқинлар усулида аниқлаш қайтган тўлқин усулига нисбатан аниқ эмас. Шунинг учун уларни талқин қилишда  $V_{\text{ўр}}$  ва  $V_{\text{эф}}$  дан фойдаланилади. Аммо, ҳатто 5% гача бўлган аниқликда тезликни синган тўлқин усулида ҳам аниқлаш мумкин. Уларни аниқлашнинг турли йўллари юқорида қараб чиқилган. Юқорида рефрагенлашган тўлқин годографи ёрдамида тезлик кесимини тузиш ҳам келтирилган.

Синган тўлқин усулида бош синган тўлқин тарқалишининг чегаравий тезлиги ( $V_{\text{ч}}$ ) аниқланади.

Бир жинсли қатламларга чегаравий тезликлар чегаралар тагидаги қатламларнинг тезлигига тенг деб ҳисобланади.

*Кесим геометриясини аниқлаш.*

Кесим геометрияси қайтган ва синган тўлқин чегараси ётиш чуқурлиги ( $H$ ) ва уларнинг қиялигини ( $\phi$ ) аниқлашда - тескари масалаларни ечиш,  $t(x)$  ифодасини таҳлил қилишдан фойдаланилади.

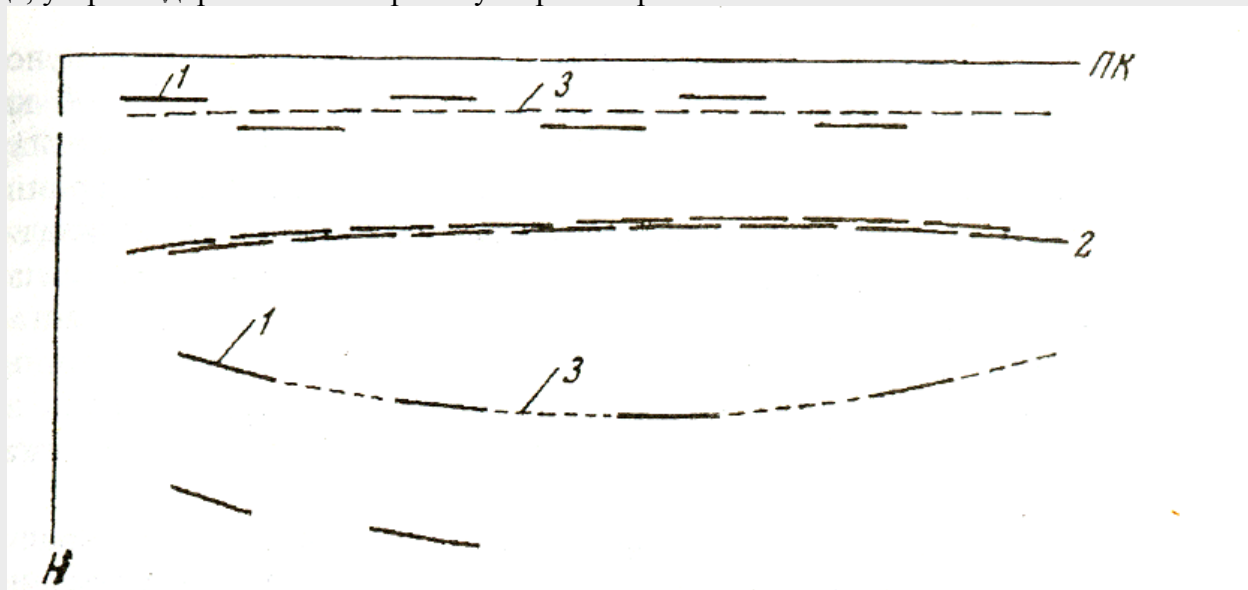
Қайтган ва синган тўлқинлар годографларни қўлда талқин қилишдаги ўртача тезликни аниқлаш юқорида келтирилган. Годографлар ва вақтли кесимларни ЭХМ ларда талқин қилишда “нолли вақтнинг”  $t_0$  усулидан фойдаланилади.

Горизонтал ҳолатда ётувчи ( $\phi < 3^\circ$ ) қатламлар учун қайтган ва синган чегараларни тузишда деярли муаммо йўқ. Шунинг учун,  $H$  ва  $\phi$  ларни барча горизонтал бўйича аниқлаб сейсмик кесимни тузиш мумкин (80-расм). Бунинг учун қайтган майдонлар ажратилиб, уларда шартли ва таянч горизонтлар ўтказилади.

Вақтли кесимда ва годографларда бутун майдондаги профиллар бўйича узлуксиз кузатилган ва яхши кўзга ташланувчи ҳамда геологик горизонтларга боғланган чегаралар – таянч горизонтлар дейилади.

$\phi$  нинг  $3^\circ$ - $5^\circ$  катта бўлган ҳолларида ётиш бурчагини аниқлаш учун қўшимча ҳисоблар киритилади. Агар,  $\phi$  катта бўлса, вақтли кесимда қайтарилаётган майдонлар ҳақиқий ҳолатга нисбатан силжиган бўлади. Бу ҳодиса сейсмик силжиш (кўчириш) дейилади.

Сейсмик силжиш сабабли бўлган хатоликларни тўғрилашда турли йўллар мавжуд. Улардан бири миграцион ўзгартириш бўлиб, қайтарувчи майдонларни ўзларининг ҳақиқий ҳолатига келтиришдан иборат. Миграция амалиётини бажариш учун тарқалиш ўрта  $V_{\text{ўр}}$  тезликни ва унинг ўзгаришини билиш зарур. Сўнг чуқурлик садолари тузилиб, улардаги аниқланадиган горизонтлар билан аппроксималлаштирилади. Қайтган тўлқин усулида қайтарилиш чегараларини эллипслар усули билан аниқлаш энг оддий йўлдир. Ҳозирги вақтда миграцияланган вақтли кесимлар тузишда умумий чуқур нукта усулининг кесимларини тузишда, улар микдорий ишлов бериш йўлларига киритилган.



80 – расм. Қайтган тўлқин усули маълумотлари асосида тузилган сейсмик кесим. 1 - қайтарувчи майдонлар; 2,3 – таянч ва шартли горизонтлар.

Юқорида келтирилган оддий физик-геологик моделлар сейсмик муҳитнинг бир ўлчамли изотроп (1D) синфига (горизонтал қатламли муҳит) ва икки ўлчамли (2D), қия қатламли муҳитларга тааллуқлидир. Шунингдек, сейсморазведкада уч ўлчамли (3D) муҳитлар билан ҳам (тузли гумбаз, риф бўлаклари, маъдан уюмлари) ишланади. Бунга ўхшаш анизотроп моделларни талқин қилиш мураккаб бўлиб, улар ЭҲМлар ёрдамида аниқланади.

*Сейсморазведка маълумотларини геологик мушоҳада қилиш.* Сейсмик (вақтли ва чуқур) кесимларни, годограф ва вақтли кесимларни миқдорий талқин қилиш натижасида олинган маълумотларни асосий босқичи – уларни геологик мушоҳада қилишдан иборат. Улар барча сейсмик ва геолого-геофизик маълумотларини мантикий боғлаш билан амалга оширилади. Сейсмогеологик кесимлар ҳамма профиллар бўйича қаршиликсиз ўзаро боғланган бўлиши керак. Сейсморазведканинг барча қутилган натижалари ҳамма вақт эҳтимолли, чунки геофизикани тескари масалалари бир хил маънода бўлмаслиги мумкин. Шу билан бирга, юқори аниқликдаги маълумотларга эга бўлиш учун ҳар бир районни ўрганишга ижодий ёндошиш керак.

Сейсморазведка масалаларини ечишда турли геологик мунозаралар юритилади. Сейсморазведканинг асосий мақсади 1,5-6 км чуқурликдаги нефт-газ конларини излашдан, таянч горизонтлар асосида тузилмалар харитасини тузишдан иборатдир. Уларнинг сифатини махсус математик моделлар ёрдамида текширилади, яъни энг асосий майдонлар бўйича синтетик (назарий) сейсмограммалар тузилади. Уларни далада кузатилган сейсмограммалар билан таққослаш, аниқланган номуеърий (аномал) минтақаларнинг (тузоқлар) ишончилигини таъминлайди. Уларга, бурмали (тепалик ва антиклиналлар, ботиклик ва синклиналлар), тектоник (узилма, сурилма), литологик (жинслар ўзгариши) хусусиятлар киради.

Номуеърий зоналарда нефт-газ ва бошқа маъданлар учраши мумкин. Тўлқинлар табиати ва сейсмик чегараларни умумлаштиришни ўрганиш, қатлам чегараси, қатлам ва оралик тезликларни аниқлаш ишончилигини оширади. Дала ишлари ва қудуқлардаги сейсмик, акустик изланишларни бир-бирига боғлаш, сейсмик чегараларни ишончли белгилашда ёрдам беради.

Қудуқ атрофи ва қудуқдаги сейсмик усулларга рақамли ишлов бериш билан биргаликда тузилган махсус алгоритмлар мавжуд.

Сейсмик ва геологик маълумотларни геофизик ва литологик талқин қилиш, кесимни сейсмостратиграфик (ётқизикларни ҳосил бўлиш шароитини) ўрганишга хизмат қилади. Унинг моҳияти шундан иборатки, геологик кесимдаги геометрик ва тезлик маълумотлари чўкиндининг ҳосил бўлиш шароити, литологик турли-туманлиги ва жинсларнинг боғланишини кўрсатади.

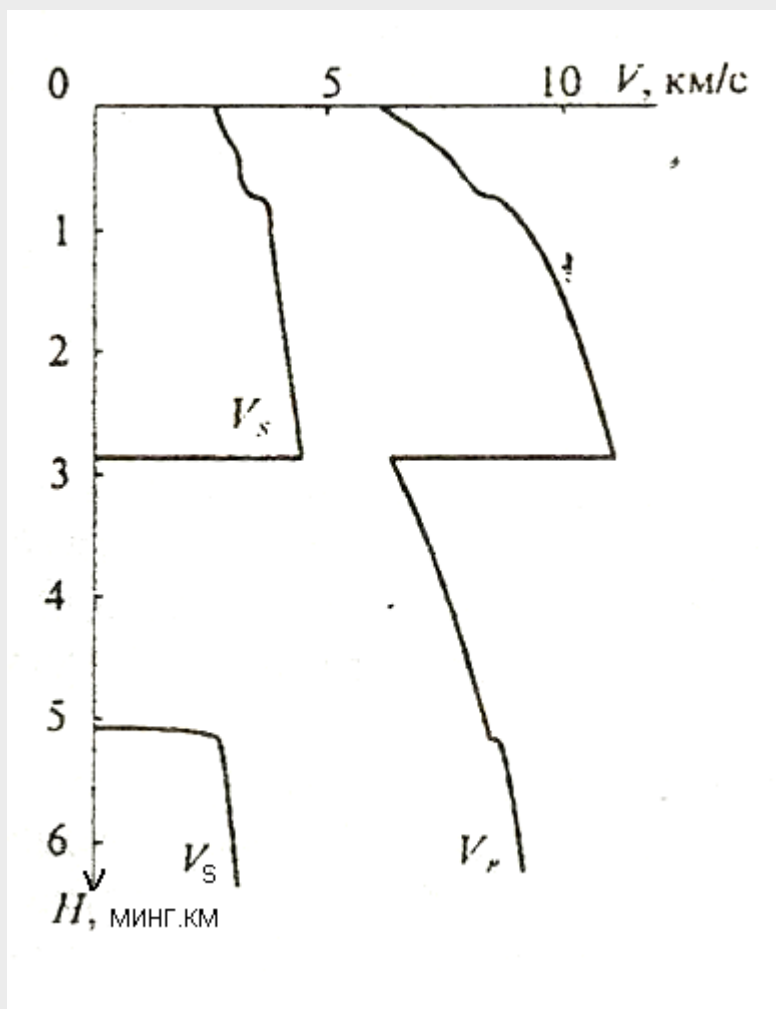
*Сейсморазведканинг қўлланилиш соҳалари.*

Сейсморазведка-геофизиканинг етакчи усули бўлиб, у турли геологик масалаларни ҳал қилишда, чуқур бурмаларни излашда, нефт ва газ конларини қидиришда, геологик муҳитни ўрганишда, қурилиш-муҳандисликда, ер ости сувларини разведка қилиш ва бошқа масалаларда қўлланилади.

*Чуқурли сейсморазведкаси.* Бу, 5-10 км дан, бир неча ўнлаб км чуқурликларни ўрганишга асосланган. У чуқур сейсмик зондлаш усули ёрдамида олиб борилади ва қисман узлуксиз ёки узлуксиз кузатиш йўли билан чуқурликдаги, асосан синган, камроқ қайтган тўлқинларни ўрганади. Эластик тўлқин қўзғатиш йирик қўзғатишлар билан амалга оширилади. Қуйи частотали эластик тўлқинларни (1-20 Гц) қайд қилиш, қўзғатиш пунктидан 50-300 км узоқликда бошқарилади.

Чуқурли сейсморазведка қуйидаги вазифаларни ечишда қўлланилади: 1) ерни турли бўлақларга ажратиш; 2) Ер пўсти чегараси – Мохоровичич юзасини хариталаш; 3) Ер пўсти чегараларини, чуқур ер узилмаларини ажратиш; 4) кристаллик пойдевор юзасини ўрганиш ва ҳ.к.

Сейсмология ва чуқурли сейсморазведка маълумотлари асосида ернинг геосфераларга бўлиниш модели, бўйлама (P) ва кўндаланг (S) тўлқин тезликлари асосида тузилган (81а – расм).



81a – расм. Ерда бўйлама (P) ва кўндаланг (S) тўлқинлар тарқалиш тезлиги модели.

Ер, эластик тўлқин тарқалиш тезлиги ва градиентига кўра бир нечта қобикларга бўлинади.

Кристаллик пойдевор устида 0 дан 15 км гача қалинликдаги чўкинди тоғ жинслари ётади. Қатламлар билан бирга улар Ер пўстини ташкил этади. Унинг қалинлиги 5 км дан (океанларда) 70 км гача (тоғли ўлкаларда) бўлади. Ер пўстининг остки чегарасини Мохоровичич юзаси дейилади (М – юза ёки Мохо). У  $V_p$  тезликнинг кескин ортиши (7 дан 7,8-8,4 км/с) билан Ер пўстини юқори мантиядан ажратади. Литосфера (тош қобик) 60-100 км қалинликда бўлиб, астеносфера (ярим пластик қобик) 300-400 км чуқурликда ажралиб туради. 900 км чуқурликда тезлик градиенти ўзгариб қуйи мантия аниқланади. 2900 км чуқурликда  $V_p$  ва  $V_s$  кескин камайиши ( $V_s=0$ ) кузатилиб, юқори ядро («суяқ» деб ҳисобланган, яъни ундан кўндаланг тўлқинлар ўтмайди) ажратилади. 5100 км чуқурликдан бошлаб қуйи ядро бошланади.

Сейсморазведкада ўрганиладиган, куруқлик ва океандаги Ер пўстининг тузилиши, гравиразведка ва магнитотеллурик тадқиқотлар натижасида улардаги турли тартибли бурмалар ва чуқур ер ёриқларини аниқлашга эришилди. Қайтган тўлқин усуллари маълумотлари асосида чуқур ер ёриқларини ва тектоник бузилмалар кузатилган горизонтларнинг ўзгариши билан синган тўлқин усули маълумотлари эса, синдирувчи чегараларини чуқурликдаги ҳолатлари кескин ўзгарганлигини билдиради. Чўкинди тоғ жинслари остидаги пойдевор юзаси синдирувчи ва қайтарувчи таянч чегаралари бўлиб, у ҳар иккала усулда яхши қайд қилинади.

*Структуралар сейсморазведкаси.*

“Структуралар сейсморазведкаси” сейсморазведканинг асосий йўналишидан биридир. Унинг структуралар геологияси масалаларини ечишдан ташқари нефт ва газ конларини кидиришда амалий аҳамияти каттадир. У чуқурликда, денгизларда, океанларда, дарё

атрофларида ўн километргача бўлган чуқурликларда олиб борилади. Структура тузилишларини ўрганиш вазифалари қайтган тўлқин усулида ечилади. Синган тўлқин усули ёрдамчи бўлиб, у пойдевор юзасини хариталашда ва чўкинди қопламадаги юқори тезликли қатламларни ажратишда қўлланилади.

#### *Нефт-газ сейсморазведкаси.*

Тузилмали геолого-геофизик тадқиқотлари натижасида деярли барча куруқлик ва денгиз атрофидаги нефт-газга истиқболли районлар аниқланган. Бу районларнинг айрим майдонларида кидирув-разведка сейсмик ишлари қайтган тўлқин ва умумий чуқурлик нуқтаси усулларида олиб борилмоқда.

Нефт конлари ҳосил бўлиши ва ётишига қараб 1,5-4 км, газ конлари эса 3-6 км чуқурликда бўлади. Сейсморазведканинг бош мақсади нефт-газ тўпланишига қулай бўлган тузилмаларни аниқлашдан иборат. Улар қопқонлар дейилади. Булардан ғовакли чўкинди тоғ жинслари (коллекторлар масалан: қумтошлар, оҳактошлар, дарзли жинслар) устки қисмида нефт ўтказмайдиган жинслар (экранлар) (масалан: гиллар) ётган бўлади. Қопқонларнинг асосий турлари: антиклинал ёки брахиоптик липоллар, узилмаларга бириккан коллекторлар, рифли тепалик, тузли гумбаз, стратиграфик номувиқлик, қадимги водийлар ва бошқалар бўлади.

Уларнинг барчаси сифатли дала ишлари ва маълумотларга рақамли ишлов бериш натижасида кесимларда бевосита кузатилади, яъни вақтли кесимларда, таянч горизонтларга тузилган бурмали хариталар, экран ва коллекторлар қалинлиги хариталари ва бошқаларда учрайди.

Тузилмаларни кидириш умумий чуқур нуқта усули билан қудуқлардаги сейсмоакустик тадқиқотларни интерференцион тизимида олиб борилади. Қопқонлардаги қалинликни ўзгаришини ўлчаш аниқлиги 25 метргача бўлиши керак. Мукаммал (муфассал) сейсморазведка ишлари ёрдамида нефт-газ йиғилган бурмаларнинг жойлашиши ва чуқурлиги аниқланади. Ажратилган қопқонларда нефт ва газни тўғридан-тўғри кидириш жуда мураккаб масаладир. У сейсмик тўлқинларни мукаммал кинематик (тезлик) ва динамик таҳлил қилишни талаб этади. Агар, сейсморазведка ишлари юқори аниқликдаги гравиразведка, электромагнит зондлаш, чуқур бўлмаган қудуқлардаги термик ва ядровий тадқиқотлар билан биргаликда ўтказилса, кидириш ишлари самарали бўлади. Бунинг учун, албатта истиқболли тузилмаларда, қудуқлар қазилади. Натижада бундай қудуқлар нефт-газ олишда ишлатилади.

#### *Маъдан сейсморазведкаси.*

Турли маъданли конларини кидириш ва ўрганишда сейсморазведка нефт ва газ конларини кидиришга нисбатан камроқ қўлланилади. Бу маъдан майдонларининг мураккаб сейсмогеологик тузилишига боғлиқ. Маъдан сейсморазведкаси қуйидагиларни аниқлашда қўлланилади:

1. Қоплама жинсларни қалинлигини аниқлашда, туб жинслар юзасини хариталаш ва нураш қобиғининг қалинлигини ўрганишда.
2. Маъдан тўпланишига қулай тузилмаларни аниқлаш ва маъданли майдонларни ички тузилишини ўрганишда.
3. Қопламалар остидаги тик ётувчи метаморфик ва отқинди жинсларни хариталашда.
4. Тектоник бузилишлар, парчаланиш зоналари, дарзликларни кузатишда.

Сейсморазведка ёрдамида маъдан конларини кидириш тўғридан-тўғри олиб борилмайди. Маъдан сейсморазведкасида узоқ муддат синган тўлқин усули асосий усул бўлиб, хизмат қилади. Айниқса, бу усул туб жинслар юзасини ўрганишда кенг қўлланилган. Сирғанувчи синган тўлқин, туб жинслар юзасида тарқалиб, уларнинг чуқурлигини, ётиш ҳолати ва чегаравий тезлигини, бузилиш зоналари ҳамда дарзликларини аниқлаш имконини беради. Кейинги вақтларда маъдан сейсморазведкасида тўлқиннинг бошқа хиллари ҳам (алмашган, қайтган, рефрогенлашганлари) қўлланилмоқда.

Барча ишлар, сейсмик кузатишларнинг аниқлигини ошириш учун юқори частотали (тебраниш частоталари 100-400 гц) сейсмик станциялар ёрдамида олиб борилади.

#### *Муҳандис-гидрогеологик сейсморазведка.*

Геологик муҳитни муҳандис-гидрогеологик изланишлар мақсадида (шаҳарлар, йўллар қурилиши, доимий музликларни ўрганиш, ер ости сувларини қидириш, геоэкологик муаммоларни ечиш ва б.) сейсморазведка кенг қўлланилмоқда. У туб жинсларнинг чуқурлигини, чўкинди қатламларнинг қалинлиги, доимий музлоқ ерларни хариталашда, ер узилмалари ва дарзликларни, карст майдонларини, ер ости сувлари сатҳини ва кўчки-ўпирилишларни ўрганишда ишлатилади.

Муҳандис-гидрогеологик сейсморазведка изланишлари кичик чуқурликда олиб борилганлиги учун, эластик тўлқин кичик қўзғатишлар ва зарб беришлар орқали қўзғатилади. 30-40 м ли чуқурликни ўрганиш ишлари учун микросейсморазведка қўлланилади. Барча ишлар бирдан то уч каналли сейсмик қурилмалар ёрдамида олиб борилади, бунда эластик тўлқин болға билан зарб бериб ҳосил қилинади. Ишлар синган тўлқин усулининг ҳар хил турлари ёрдамида ўтказилади.

Муҳандис-гидрогеологик тадқиқот ишлари сув ҳавзаларида (денгиз, кўл, дарёларда) ҳам олиб борилиб, сейсмоакустик усулларда электручқунли ва газли датчиклардан фойдаланилади.

Шунингдек, сейсморазведка тоғ кон ишларида (ер остида) ҳам олиб борилиб, жинслардаги бўшлиқлар, уларни яхлитлиги, сувга тўйинган жойлари, геологик тузилиши, физик-химик хусусиятлари, мустаҳкамлиги ва тоғ босимларини ўрганишга хизмат қилади. Тоғ кон иншоотларида ишлар битта каналли ёки енгил сейсмик станциялар ёрдамида ўтказилади. Тоғ иншоотлари оралиғидаги жинсларни ўрганишда сейсмик ва акустик ёритиш усулларида фойдаланилади. Муҳандислик сейсморазведканинг муҳим вазифаларидан бири – жинсларнинг физик-механик ва мустаҳкамлик хусусиятини ўрганишдан иборатдир. Тоғ иншоотларида, очилган жойлардаги жинсларда бўйлама ва кўндаланг тўлқинларнинг тарқалиш тезлигини ўлчаб, эластик константалар орқали физик-механик ва мустаҳкамлик хусусиятларини баҳолаш мумкин. Олинган маълумотлар ёрдамида босим, тоғ кон иншоотлари деворларини маҳкамлаш, грунтларнинг қаттиқлиги ва бошқа хусусиятлари аниқланади. Эластик тўлқинни ўлчаш ишлари битта каналли сейсмик қурилмаларда ёки ультратовуш частотасида ишлайдиган сейсмоскоплар ёрдамида амалга оширилади.

Сейсморазведка ишлари натижасида олинган бўйлама ( $V_p$ ) ва кўндаланг ( $V_s$ ) тўлқин тарқалиш тезлиги маълумотлари ёрдамида динамик эластиклик модуллари (динамик Юнг модули ва Пуассон коэффициенти) аниқланади:

$$E_g = V_s^2 \sigma \frac{3V_p^2 - 4V_s^2}{V_p^2 - V_s^2}; \quad E_g = 2V_s^2 \sigma (1 + \nu)$$

$$\nu_g = \frac{V_p^2 - 2V_s^2}{2(V_p^2 - V_s^2)}.$$

бунда:  $\sigma$  – зичлик,  $\nu_g$  – Пуассон коэффициенти,  $E_g$  – динамик Юнг модули;  $V_p$  ва  $V_s$  – бўйлама ва кўндаланг тўлқинлар тезлиги.

Силжиш модули  $\mu = \sigma V_s^2$  формуладан аниқланади.

Бироқ, олинган динамик кўрсаткичларни намуна ва монолитларни сиқиш натижасида олинган статистик маълумотлар билан таққослаш лозим. Ҳар бир районда тарқалган жинслар литологик комплекси учун, динамик эластиклик модули билан статистик эластиклик қийматлари орасидаги боғлиқлигини аниқлаб, кўпгина намуналардаги мураккаб синовлардан воз кечиш мумкин. Уларнинг ўрнига микросейсморазведка ва ультратовуш ўлчаш ишларини ўтказиш мақсадга мувофиқдир.

## Ядровий геофизика

**Ядровий геофизика** – геологик тузилиши ва тоғ жинсларининг кимёвий таркибини ўрганишда радиоктив парчаланиш ҳодисаларига асосланган физик усуллардир.

Ядровий геофизика радиометрия ва ядро – физикавий усулларига бўлинади. Радиометрия – жинсларнинг таркибини ўрганишда ва фойдали қазилмаларни излашда уларнинг табиий радиоактив нурланишига асосланган. Ядро – физикавий усулларда радиоактив нурланиш манбалари ёрдамида жинсларни сунъий нурлантириш пайтида ҳосил бўлган ҳодисаларни ўрганишга асосланиб, жинсларнинг таркиби ва хусусиятлари аниқланади. Нурланишларнинг тез ютилиши сабабли бу усулларда ўрганиладиган чуқурлик кичик бўлади. Радиометрияда, ўрганиладиган табиий радиоактив майдон кескинлиги тоғ жинсларининг радиоактивлигига боғлиқ. Радиометриянинг асосий усуллари - гамма ва эманацион хариталашдир. Ядро - физикавий усулларда тоғ жинсларининг гамма - нурли ва нейтрон хусусиятларига боғлиқ бўлган сунъий ундалган радиоактив (гамма ёки нейтрон оқимлари тоғ жинсларига ўзаро таъсирида ҳосил бўлган иккиламчи радиоактив майдонлар) майдон кескинлиги ўрганилади. Ядро - физикавий асосий усуллари: гамма – гамма, нейтрон, активацион, фото - нейтронли усуллари киради. Улар жинсларни кимёвий таркибини экспрессли ўрганишда қўлланилади.

## Табиий радиоактивлик

**Табиий радиоактивлик** - бу атомларнинг ядролари ўзидан - ўзи элементар заррачалар ( $\alpha, \beta, \eta_0$ ) ва гамма ( $\gamma$ ) квантларни чиқариб, анча мустаҳкам энергетик ҳолатига ўтиш хусусиятидир.

$\alpha$  - нурланиш - мусбат зарядланган ва массаси унча катта бўлмаган ( $m=6,69 \cdot 10^{-27}$  кг) заррачалар оқими (гелий атомларининг ядролари).

$\beta$  - нурланиш - мусбат (позитрон  $\beta^+$ ) ёки манфий (электрон  $\beta^-$ ) зарядланган ва массаси ( $m=9,1 \cdot 10^{-31}$  кг) гача бўлган зарядлар оқими;

$\eta_0$  - электрик жихатдан нейтрал бўлиб, массаси жуда кичик ( $m=1,675 \cdot 10^{-27}$  кг). Изотопли манбаларда ( $P_0 + Be$ ) нейтронлар  $\alpha$  - заррачалар ёки  $\gamma$  - квантлар ўзаро Be ядросига таъсирлари натижасида ҳосил бўлади.

$\gamma$  квант - қисқа тўлқинли электромагнит нурланиш (юқори частотали  $f > 10^{18}$  Гц).

Табиий радиоактивликнинг асосий манбасига табиий радиоактив элементлар қатори (U-Ra, Th, Ac - U) киради. Уран, радий, торий ва актинийларнинг парчаланиши жараёнида мустаҳкам радиоактив изотоп элементлар, газсимон эманацийлар - радон, торон, актинон ва актив куйқалар деб аталган (масалан, табиий қаторида мезоторий) ажралиб чиқади. Парчаланишнинг охирида ҳар қаторда радиоактив бўлмаган кўрғошин изотопи ( $Pb^{206}, Pb^{207}, Pb^{208}$ ) ҳосил бўлади. Эманацийлар орасида ярим парчаланиш даври (T) радонда - 3,8 кун, торонда - 54сек, актинонда - 5сек.

Табиатда  $K^{40}$  изотопи кўп учрайди, у табиий радиоактивликка эга, унинг ярим парчаланиш даври (T)  $1,31 \cdot 10^9$  йилга тенг.

Радиоактив емирилиш натижасида ҳосил бўлган атомлар ядролари кўзгатиш ҳолда бўлади. Ўзининг мустаҳкам ҳолатига ўтиши натижасида  $\gamma$  - квантлар чиқаради. Емирилиш натижасида ядролар сони ўзгаради.

Радиоактив емирилишнинг асосий қонуни қуйидаги ифода билан тасвирланади:  $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$ , бу ерда  $N_0$  - бошланғич вақтдаги ( $t=0$ ) ядроларнинг сони,  $N$  -  $t$  вақтдаги ядроларнинг сони;  $t$  - вақт;  $\lambda$  - емирилиш тезлиги (емирилиш доимийлиги), унинг бирлиги  $s^{-1}$ .

Емирилиш тезлигини ( $\lambda$ ) ярим емирилиш даври ( $T$ ) билан тавсифлаш кулай. Ярим емирилиш даври ( $T$ ) деб – изотоплар ядроларининг сони икки марта камайиши учун кетган вақтга айтилади.  $T = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0.693}{\lambda}$ .

Изотоплар ярим емирилиш даври  $T$  бир неча секунддан бир неча миллиард йилгача тенг бўлади.

Сунъий радиоактив изотоплар ядрога нейтронлар,  $\alpha$ ,  $\beta$ -заррачалар ва  $\gamma$  - квантлар таъсирида ҳосил бўладилар.

Радиоактивлик вақт бирлигида содир бўлаётган парчаланиш сони билан баҳоланади. Радиоактивлик бирлиги деб беккерел (Бк) қабул қилинган. Бир секунд вақтда битта парчаланиш бўлган активлик 1Бк деб қабул қилинган. 1Бк=1<sub>п/с</sub>. Илгари қўлланган бирлик Кюри бўлган, 1Ки=3,7\*10<sup>10</sup>Бк.

Ҳар хил изотопларнинг активлигини солиштириш учун активлик бирлигини массага, ҳажм ёки нурлантирувчининг юзасига нисбати (Бк/кг, Бк/м<sup>3</sup>, Бк/м<sup>2</sup>) ишлатилади.

Радиометрияда газ ва суюқликларнинг активлигини баҳолаш учун эман ( $\Xi$ ) ишлатилган. 1 $\Xi$ =3,7\*10<sup>3</sup>Бк/м<sup>3</sup>.

Нурланишларни муҳитга таъсири доза ва доза қуввати бирлигида баҳоланади. Нурланишнинг ютилиш дозаси - бу ионизациялантирувчи нурланишнинг энергиясини нурланган буюмнинг массасига нисбати бўлади. Нурланиш дозаси бирлигига Грей (Гр) ва рад ишлатилади. Грей (Гр) бу массаси 1 кг бўлган нурланган буюмга нурланишнинг 1дж энергияси ўтади. 1<sub>рад</sub>=10<sup>-2</sup>Гр.

Рентген (Р) - 1см<sup>3</sup> куруқ ҳавода 2,083\*10<sup>9</sup> жуфт ионлар ҳосил қилувчи рентген ва  $\gamma$  - нурланиш дозаси. 1<sub>рад</sub> - 1г жисм 100 эрг энергияни ютадиган дозаси.

Дозанинг ютилиш қуввати ютилиш дозасининг нурлантириш вақтига нисбати билан аниқланади ва грей секундда ифодаланади (Гр/с) ёки (мкр/с).

### **Тоғ жинсларнинг радиоактивлик хоссалари.**

$\alpha$  - ва  $\beta$  - заррачалар тез ютилади,  $\gamma$  - нурларни энергияси катта бўлгани учун тоғ жинсларда катта масофа ўтади (бир неча ўнлаб см; масалан, 30см жинсдан ўтиб 99 % энергияси ютилади).

Тоғ жинсларининг радиоактивлиги, таркибида радиоактив элементлар борлигига боғлиқ. Энг юқори радиоактивлик таркибида U, Ra, Th бўлган маъданлар ҳисобланади. Радиоактивлиги пастроқ, лекин табиатда кенг тарқалган K<sup>40</sup> изотопи ҳисобланади. Жинсларнинг радиоактивлиги асосан таркибида U, Th ва K<sup>40</sup> борлиги билан аниқланади.

Энг юқори радиоактивлик нордон отқинди жинсларда бўлади (уларда, Ra - 2,4\*10<sup>-6</sup> г/г; U=7г/г; Th=20,5 г/г; K<sup>40</sup>=42\*10<sup>3</sup>г/г). Асосли жинсларнинг радиоактивлиги нордонларга нисбатан тахминан ўн марта камроқ. (Ra=0,95\*10<sup>-6</sup>г/г; U=3г/г; Th=6,9г/г; K=13\*10<sup>3</sup>г/г). Ўта асосли жинсларнинг радиоактивлиги ундан ҳам паст. Чўкинди жинсларда радиоактивлик нордон ва ўрта магматик жинслар радиоактивлигидан анча паст бўлади.

Чўкинди жинслардан энг юқори радиоактивлик гилларда, денгиз лойида, гилли сланецларда бўлади. Гилли заррачалар радиоактив элементларни сорбция қилиш қобилятига эга бўлгани учун уларда радиоактивлик юқори бўлади. Таркибида битум ва углерод бўлган жинсларда уран миқдори ортади.

Қумда, мергелда, кумтошда, доломитда радиоактивлик пастроқ. Оҳактошлар, гипс, ангидридлар, ош тузининг радиоактивлиги жуда паст бўлади.

Метаморфик жинсларнинг радиоактивлиги паст ва таркибига боғлиқ бўлади. Уларнинг радиоактивлиги отилиб чиққан ва чўкинди жинсларнинг оралиғида жойлашади.

Чўкинди жинслардаги радиоактив элементларнинг миқдори.

|              |                            |              |              |
|--------------|----------------------------|--------------|--------------|
| Оҳактош      | $Ra=0,5 \cdot 10^{-6}$ г/т | $U=1,5$ г/т  | $Th=0,5$ г/т |
| Доломит      | $0,11 \cdot 10^{-6}$ г/т   | 0,3 г/т      | -            |
| Қумтош       | $0-1,5 \cdot 10^{-6}$ г/т  | 4,0 г/т чага | -            |
| Гилли сланец | $1,09 \cdot 10^{-6}$ г/т   | 3,0 г/т      | -            |
| Гиллар       | $1,3 \cdot 10^{-6}$ г/т    | 4,3 г/т      | 13,0 г/т     |

### Модда билан радиоактив нурланишларнинг ўзаро таъсири.

Сунъий  $\gamma$  - квантлар манбаси сифатида  $Co^{60}$  ( $\gamma$  энергияси  $E_\gamma=1,33$  ва  $1,17$  Мэв,  $T=5,27$  йил) ва  $Cs^{137}$  ( $E_\gamma=0,66$  Мэв,  $T=26,6$  йил) изотоплари ишлатилади.

Гамма – квантлар моддадан ўтганда атомлар ядроси ва электронлари билан ўзаро таъсир этади. Натижада 1) фотоэлектрик ютилиш (фотосамара); 2) сочилиш (Комптон самараси); 3) электрон-позитронли қўшалоклар ҳосил қилиш; 4) фотонейтронли самара аталадиган жараёнлар содир этиши мумкин.

Фото – самарада  $\gamma$  - квант атом орбитасидан электронни суғириб олади ва унга ўзининг ҳамма энергиясини ўтказди. Электронни суғириб олиш натижасида ўзига хос рентген нурланиш ҳосил бўлади. Фотосамара гамма - квант энергияси  $E_\gamma=0,5$  Мэв дан кичик бўлганда ( $E_\gamma < 0,5$  Мэв), муҳитнинг атом номери катта бўлганда бу жараён кучли содир бўлади.

Комптонли сочилишни – атомдаги электронларнинг алоқа энергияси – гамма - квантнинг  $E_\gamma$  энергиясидан анча кичик бўлганда  $\gamma$  - квантлар электронлар билан ўзаро таъсирида содир этади. Гамма - квант электрон билан урилганда, гамма - квант электронга бир қисм энергиясини олиб беради ва ҳаракат йўналишини ўзгартиради. Бу жараён  $E_\gamma > 0,5$  Мэв ( $0,5$  дан  $5,0$  Мэв гача) бўлганда ўтади.

Электрон – позитрон қўшалоклар ҳосил бўлганда  $\gamma$  -квантнинг ҳамма энергияси ҳосил бўлган электрон - позитрон қўшалокқа олиб берилади.  $E_\gamma > 1,02$  Мэв дан катта бўлганда ва жисмнинг атом номери  $Z$  катта бўлганда жараён кучли содир бўлади.

Фотонейтрон жараёнида ядрога гамма - квант энергияси ўтади, натижада ядро қўзғатилган ҳолатга келтирилади. Ядро ўзининг асосий ҳолатига ўтган вақтида нейтронларни чиқаради.

Шундай қилиб,  $\gamma$  - квант моддадан ўтиб тарқалганда ё ютилади, электрон - позитрон қўшалоклар ва фотосамара ҳосил бўлганда ёки сочилиб ютилади.

Гамма – квантлар ҳавода бир неча юз метр, тоғ жинсларда - бир метргача масофа ўтиб сўнади.

Нейтронлар ( $\eta_0$ ) – заряди йўқ заррачалар бўлиб, кириб ўтиш хусусияти юқори бўлади. Уларнинг фақат атомлар ядролари билан ўзаро таъсири бўлади. Бунда, таъсир этилиши нейтроннинг энергиясига боғлиқ.

Нейтронлар энергияси бўйича гуруҳларга бўлинади: тез ( $>0,5$  Мэв), оралик ( $1$  Кэв дан  $0,5$  Мэв гача), секин ( $<1$  Кэв), резонансли ( $1-10$  эв), илиқдан устидаги (катта) ( $0,05$  эв), илиқ ( $0,025$  эв), совуқ ( $0,001$  эв) нейтронлар.

Нейтронлар (секин ёки илиқ) ядро билан учрашганда йўналишидан четга бурилади ёки ядро уни ютади ва оралик ядрони ҳосил қилади. Оралик ядроси пастки энергетик сатҳга ўтганда ядровий заррача ёки  $\gamma$  - квант чиқаради. Бу жараёндаги нейтронлар ютилиши радиацион эгаллаш деб аталади.

Энергияси  $0,15$  дан  $2,5$  Мэв гача бўлган  $\gamma$  - квантлар муҳитига ўзаро таъсири натижасида асосан комптонли сочилиш содир этади.  $\gamma$  - квант электрон билан учрашгандан сўнг, унга энергиясининг бир қисмини ўтказди ва ҳаракат йўналишини ўзгартиради, яъни  $\gamma$  - квантлар сочилади. Сочилган  $\gamma$  - квантлар энергиясининг камайиши муҳитдаги жинслар зичлигига

боғлиқ. Зичлик қанча катта бўлса, шунча кўп нурланувчи  $\gamma$  - квантлар энергияси ютилади ва сочилган  $\gamma$  - квантлар энергияси паст бўлади.

Энергияси  $E_\gamma < 0,5 \text{ Мэв}$  дан кичик бўлган  $\gamma$  - квантларнинг муҳитга ўзаро таъсири натижасида асосан фотосамара жараёни содир бўлади ( $\gamma$ -квант атом орбитасидан электронни суғириб олади ва унга ҳамма энергиясини ўтказди). Электронни йўқотган атом қўзғатилган ҳолатда бўлиб, бўшаган электрон орбитасини ташқари орбитадаги электрон билан тўлдирган пайтда рентген нурланиш ҳосил бўлади. Агар, муҳитдаги жинслар таркибида атом номери катта бўлган оғир элементлар кўп бўлса, бу жараён кучли ўтади ( $\gamma$ -квантлар энергияси кучли ютилади).

Тоғ жинслари ва маъданлар нейтронлар энергиясининг пасайтириш (сўндириш) ва ютиш хусусияти, асосан, таркибида водород борлигига боғлиқ (ундан ташқари, пасайтириш хусусияти бериллийда, углеродда, темирда ҳам кучли). Водород ядросининг массаси нейтрон массасига якин бўлгани учун, нейтрон ( $\eta_0$ ) водород ядроси билан учрашганда  $\eta_0$  энергияси пасаяди, яъни тез нейтрон иликка ўтади. Агар, жинсларда водород бўлса, нейтрон 15-30 см шу жинслардан тарқалиб илик нейтронга ўтади. Водород сувда, нефт ва газда кўп бўлади. Агар жинсларда водород бўлмаса, унда нейтрон 40 – 60см масофани босиб иликка ўтади.

Шундай қилиб, жинсларнинг нейтрон энергиясини пасайтириш ва ютиш қобилияти, таркибида нейтронларни эгаллаш кесими аномал юқори бўлган элементлар борлигига, ғоваклигига, сувга, газга ва нефтга тўйинганлигига боғлиқ экан.

Нейтрон ядро билан урилганда ёки дастлабки йўналиши ўзгаради (потенциалли сочилиш), ёки ядро уни эгаллайди ва оралик ядрони ҳосил қилади. Оралик ядро пастки энергетик сатҳага ўтганда ядровий зарра ёки  $\gamma$  – квант чиқаради. Нейтронни чиқариш билан ядрони парчаланишидан сўнг ядро дастлабқидан фарқланмайди ва бундай жараён резонансли сочилиш деб аталади. Бошқа зарралар ёки  $\gamma$  – квантларни чиқариш билан таркибий ядрони парчаланишида ядровий ўзгаришлар содир этади. Сочилишга қараганда бундай жараён нейтронларни ютилиши деб аталади.

Гамма – квантларни чиқариб ўтаётган нейтронларни ютилиши (радиацион эгаллаш) секин ва илик нейтронларга хос. Нейтронни радиацион эгаллаш гамма – нурланиши билан ўтади.

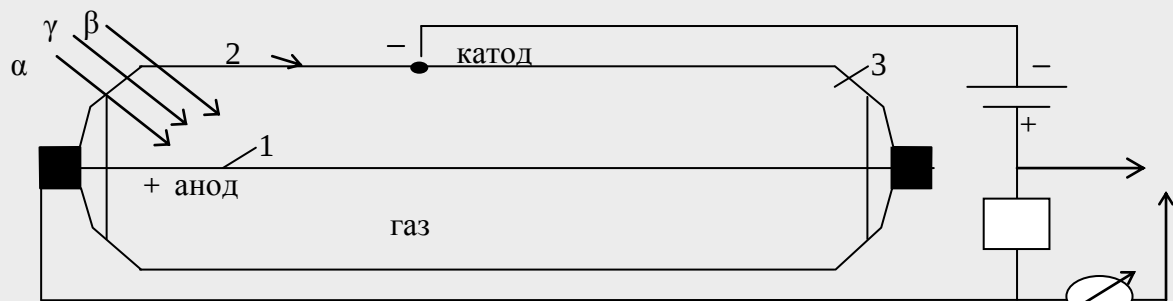
Нейтронларни потенциалли ва резонансли сочилиш ядрони қўзғатиши (ноэластик сочилиш) билан ва қўзғатмасдан (эластик сочилиш) ўтиши мумкин. Ноэластик сочилиш тез нейтронларга ва атом номери катта бўлган муҳитларга хос. Эластик сочилиш (бу жараёнда нейтрон ядро билан битта урилишида энергиясининг кичик қисмини йўқотади) енгил муҳитларда энергияси нисбатан кичик бўлган нейтронлар (илик) ўтганда содир бўлади.

### **Ядровий нурланишни ўлчаш асбоблари**

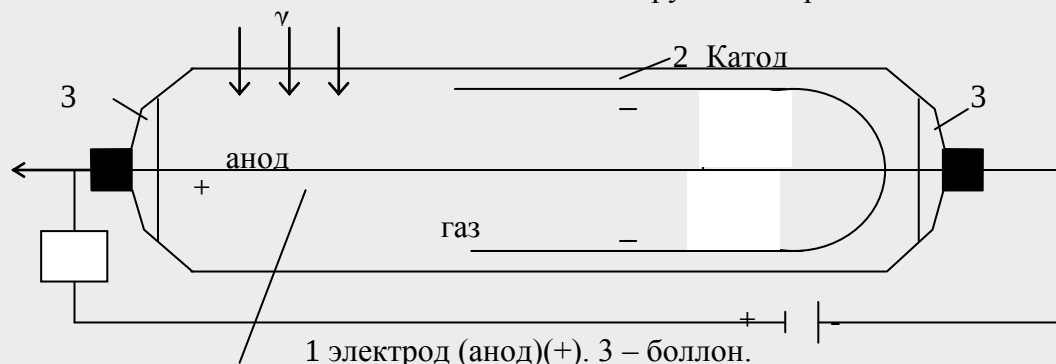
Тоғ жинсларининг радиоактивлигини ўлчашга ишлатиладиган асбоблар иккита қисмдан иборат бўлади; нурланиш детектори ва ўлчаш қурилмаси.

Детекторларнинг сезгир элементлари газ билан тўлдирилган ва сцинтилляцион сўтчиклардан иборат.

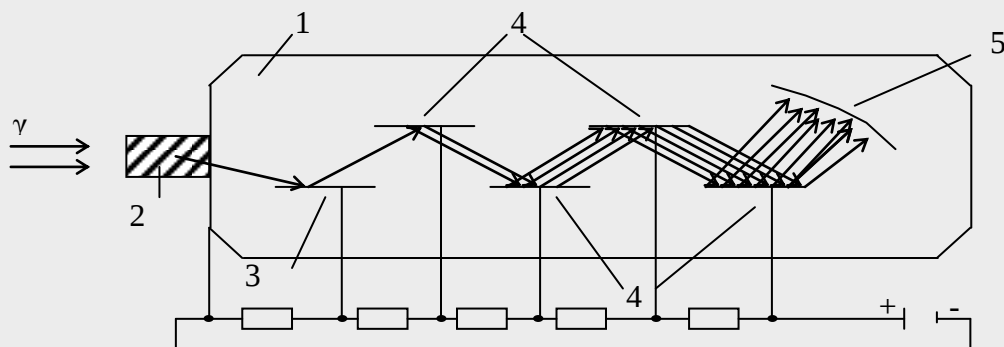
Газ билан тўлдирилган сўтчик (ионлаштирувчи камера, Гейгер - Мюллер сўтчик) радиоактив нурланиш таъсирида газни ионлаштиришга асосланган. Газ маҳсус камерада жойлашади. Ичида (1) электрод ўрнатилган бўлади. Унга (+) мусбат қутб уланади (анод); корпусга (2) (-) манфий қутб уланади (катод). Агар, сўтчикка радиоактив нурланиш ўтиб тушса, унда газ ионлашади ва сўтчикнинг чиқишида электр токи ҳосил бўлади. (Расм 81б,82).



81 – Расм. Ионлаштирувчи камера



82 – Расм. Гейгер - Мюллер счётчиги



1-ФЭУ; 2-сцинтиллятор; 3-фотокатод; 4-динодлар ; 5-анод. 85 –  
Расм 83 – Сцинтилляцион счётчик

Сцинтилляцион счётчик – бир хил моддаларнинг радиоактив нурланиш таъсирида люминесценциялашига (кучсиз чироқ нуруни, яъни чироқ квантини ҳосил қилишига) асосланган. Бу моддалар люминафорлар ёки сцинтилляторлар деб аталади. Кучсиз чироқ квант нуруни кучайтириш ва қайд қилиш учун фотоэлектрон купайтиргич (ФЭУ) ишлатилади. (Расм 83)

Люминофор сифатида йодли натрий NaI монокристаллари ишлатилади (ёки таллий қўшилган йодли цезий CsJ).

ФЭУ - фотокатодни ва электрон кучайтиргични бирлаштиради. Сцинтилляторда ҳосил бўлган чироқ нури фотокатодга тушади ва ундан электрон узиб чиқаради. Динодларга берилган ҳар хил электр кучланиш таъсирида электронлар динодлардан ҳам узилиб кўпаяди. Натижада электронлар кучайиб анодга тушади. ФЭУ нинг кучайтириш коэффиценти  $10^5$ - $10^6$  гача бўлади.

Далада ишлатадиган радиометр (РПП, СРП ва бошқа) сцинтилляцион счётчик асосида ишлайди.

### **Табийй радиоактивликни ўрганувчи усуллар.**

Бу усуллар радиометрик усуллар деб аталади ва унга қуйидагилар киради:

1. Гамма – хариталаш ( $\gamma$ -съёмка).
2. Эманацион – хариталаш (эманацион - съёмка).

#### **Гамма – хариталаш**

Гамма – хариталашда барча табиий радиоактив элементларнинг ва тоғ жинсларининг умумий радиоактивлиги ўрганилади.  $\gamma$  - хариталаш Ер юзасида, геологик қазилмаларда ва

кудукларда олиб борилади. Дала  $\gamma$  - хариталаш самолётлар, автомобиллар ёрдамида ва пиёда ўтказилади.

Аэрогамма хариталаш - кичик вақт давомида (тез) катта майдонларнинг радиоактивлигини ўрганишда қўлланади. Аэрогамма хариталаш натижаларини регионал (худудий) геологик хариталашда ишлатиш мумкин. Самолётлар тезлиги 100 дан 200 км/соат гача,  $H=100-250$ м. Маршрутлар орасидаги масофа масштабга боғлиқ,  $250\text{м} \div 500\text{м}$  гача бўлади.

Ер устки кидирув ишлари.  $\gamma$  - хариталаш – радиоактив маъданларни кидириш ва ҳар хил тоғ жинсларининг радиоактивлигини ўрганиш мақсадида ўтказилади. Ишлар алоҳида профиллар ёки майдон бўйича олиб борилади. Автохариталаш – автомобил ёрдамида ўтказилади. Гамма – хариталаш асосан пиёда ўтказилади. Хариталаш натижасида профиллар бўйича графиклар (горизантал ўқи бўйича - масофа, вертикал ўқи бўйича -  $\gamma$  нурланиш кескинлиги белгиланади) ёки геология асосида хариталар (майдон бўйича) тузилади.

Пиёда  $\gamma$  - хариталаш – кидирув ишларида дала радиометрининг гилзаси Ер юзасидан 5-10 см баландликда жойлашиб, оператор ҳаракат вақтида жинслар радиоактив фонини наушник орқали эшитиб боради. Ҳар 5 - 50м қадамдан сўнг ёки фон аномал ошганда гилзани (ўлчов детектори) ерга жойлаштирилиб 0,5 - 1 дақиқа ўз ҳолига қўйиб майдон кескинлигини асбоб ёрдамида санок олинади. Қолдиқ (натурал) фонни аниқлаш учун эрталаб ва кечкурун назорат пунктида (НП) асбоб билан санок (ҳисобот) олинади. Қолдиқ фонни аниқлаш учун чуқурлиги 2м, эни 10м га тенг бўлган сув ҳавзаси устида ўлчов олиб борилади ёки кварцли қум ва оҳақтош устида ўлчов ўтказилади. Аномалия қуйидаги ифода билан аниқланади  $\Delta J_{\gamma} a = J_{\gamma \text{куз}} - J_{\gamma \text{кол}}$ .  $\gamma$  - хариталашнинг ўлчов чуқурлиги 1-2м.

Эманацион хариталаш. Тупроқ ҳавосидаги эманациялар деб аталган радиоактив газлар (родон, торон) концентрациясини ўлчашга асосланган. Чуқурлиги 0.8 -1 м га тенг бўлган шпурларга махсус зонд жойлаштирилиб жинслардаги ҳаво насос ёрдамида эманометр номли асбобнинг камерасига чиқарилади. Камеранинг деворлари сцинтилларган модда ( $Z_n S$ ) билан қопланган.  $\alpha$  – заррачалар таъсирида чироқ нурлари ҳосил бўлади ва улар фотоэлектрон кучайтиргич (ФЭУ) ёрдамида қайд қилинади. Сигналнинг амплитудаси  $\alpha$  – нурлантирувчи изотопнинг концентрациясига пропорционал.

Хариталаш натижасини харита ёки беккерел/м<sup>3</sup> бирлигидаги эманацияларни концентрацияси графиклари плани кўринишида тасвирланади.

Хариталаш чуқурлиги  $\gamma$  – хариталашга нисбатан каттароқ. Эманациялар манбалардан 5 – 10 м гача масофага миграция қилади.

Бўшоқ жинслар сувланганлиги ва уларда эманацияларни тарқатилишига тўсиқ бўлган юпқа гилли қатламлар борлиги эманацион хариталаш ишларига ноқулай омиллар ҳисоблангани учун қўлланиш соҳалари чегараланади.

### Сунъий радиоактивлик усуллари

Сунъий радиоактивлик усуллари, радиоактивликни кузатиш манбаига қараб икки гуруҳга бўлинадилар.

#### 1. Сунъий гамма усуллар:

- гамма-гамма усули;
- рентген-радиометрик ёки рентген-спектрал усул;
- гамма-нейтрон усули;
- ядровий гамма-резонанс усули.

#### 2. Сунъий нейтрон усуллари:

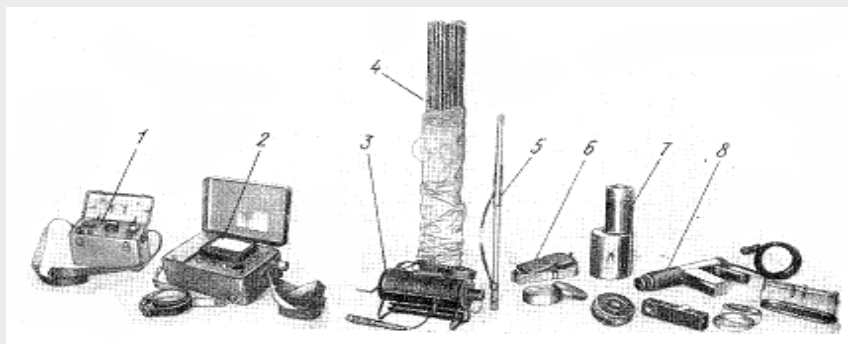
- нейтрон – нейтрон усули;

- гамма – нейтрон усули;
- нейтрон – активлаш усули.

### Гамма – гамма усули

Тоғ жинслари ёки моддаларнинг  $\gamma$  нурларини ўлчашга асосланган. Гамма нурланиш манъбаи сифатида энергияси Ю-200КЭВ (килоэлектронвольт) ёрдамида бўлган радиоактив изотоплардан фойдаланилади. Бу энергия оралиғида тоғ жинсларида, асосан, камптон эффект ва фотоэффект ҳодисалари кўрсатилади.

Демак, гамма – гамма усули юқорида санаб ўтилган ҳодисалар ёрдамида тоғ жинсларининг зичлигини, элемент таркибини аниқлашга асосланган. Усул амалиётида  $\gamma$  нурланиш манбаи бўлиб  $\text{Co}^{57}$ ,  $\text{Tm}^{170}$ ,  $\text{Am}^{240}$ ,  $\text{Cd}^{109}$  ва бошқа радиоактив изотоплардан фойдаланилади. Гамма – гамма усулида ўлчаш ишларини бажариш учун оддий радиометрлардан (СРП-2, СРП-53-01) тортиб, то махсус шу усул учун ишлаб чиқарилган ўлчов асбобларигача (РСР, ПРКС) фойдаланиш мумкин, **84-расмда** РСР ўлчов асбоб кўрсатилган.



**84-расм.** РСР радиометри: 1 – зарядлаш қурилмаси; 2 – бажариш пулти; 3 – симли ғалтак; 4 – штангалар тўплами; 5 – бурғу кудук зонди; 6 – лаҳм деворларини ўлчаш мосламаси; 7 – эталонлар; 8 – юзада ўлчаш датчиги

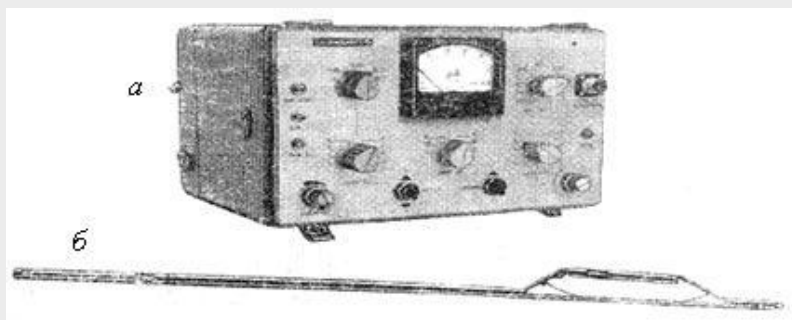
РСР ўлчов асбоби мажмуасидан кўриниб турибдики, гамма–гамма усул билан нафақат Ер юзасида, балки бурғу гуруҳларида ҳам иш бажариш мумкин.

Гамма-гамма усули маъдан геофизикаси масалаларини ечишда, айниқса оғир элементларнинг тоғ жинслари ва маъданлардаги миқдорини аниқлашда яхши самара беради. Бундан ташқари ГГУ муҳандислик геологиясида, хусусан грунтларни зичлигини аниқлашда кенг қўлланилади.

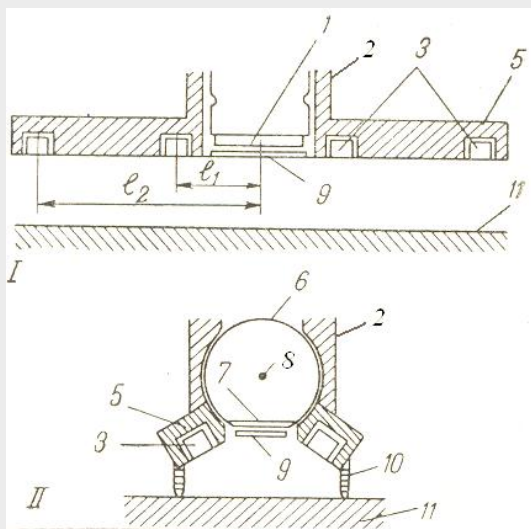
### Рентген-радиометрик усул

Тоғ жинслари ва моддаларнинг таркибий миқдорини элемент атамаларига ҳос бўлган (характеристик) нурланишини кўзғатиш ва жўшқинлашни ўлчашга асосланган бурчак. Рентген-радиометрик усули (РРУ) асосида фотоэффект ҳодисаси ётади. Атомларда бу ҳодисани кузатиш учун таъсир этувчи  $\gamma$ -квант энергияси ( $\gamma$ -квант), элемент атомига ҳос нурланиш энергиясидан ( $E_x$ ) 1,5-2 мартда катта бўлиши керак. РРУ асосан кон лаҳмларида ва намуналардаги элементлар миқдорини аниқлашда қўлланилади. Ҳозирги вақтда бу усул ёрдамида маъданлардаги вольфрам, молибден, сурьма, қўрғошин, барий, симоб ва бошқа қатор элементлар миқдори аниқланмоқда.

РРУда иш олиб бориш учун махсус ўлчов асбоблари амплитуда анализаторлари ёки спектрометрлар АУ-125, АУ-256, РРК-103 «Поиск», «Минерал» расмли ўлчов асбоблари мисол бўла оладилар. **85-расмда** «Минерал-5» русумли спектрометр, **86-расмда** эса, сцинтилляцион ва пропорционал ҳисоблашли лаҳм деворларида ўлчаш мосламалари чизмаси берилган.



**85-рasm.** «Минерал-5» спектрометри:  
а – бошқариш пульти;  
б – бурғу курук зонди.



**86-рasm.** Сцинтиляциали (I) ва пропорционал (II) ҳисоблагичли юзада ўлчаш мосламалари чизмаси. 1 – NaJ(Te) люминофори; 2 – мослама қобиғи; 3 – радиоизотоп уяси; 4 – химоя экрани; 5 – пропорционал ҳисоблагич; 6 – ҳисоблагичнинг кириш жойи; 7 – ҳисоблагич аноди; 8 – филтр; 9 – оёқча; 10 – текширилаётган муҳит (юза).

РРУда маъдан геофизикасида асосан уч геологик варианты, яъни кон лаҳми деворларида, тоғ жинси намуналарида ва бурғу ҳудудлари деворларида элементларнинг миқдорини аниқлашда яхши самара берадилар.

Ҳозирги даврда РРУ ни ҳаракатланаётган транспортёр металларида маъдан миқдорини аниқлашдаги имкониятлари ўрганилмоқда.

### Гамма-нейтрон усули (ГНУ)

Тоғ жинсларида ва маъданларда элементлар миқдорини аниқлашнинг гамма-нейтрон усули ядровий фотоэффект ҳодисасига асосланган. Бу ҳодиса ёки реакция, айрим элементларнинг ядроларини  $\gamma$ -нурларини ютиб, ўзларидан нейтрон заррачасини чиқариши билан тансифланадилар. Гамма-нейтрон реакциясининг бошланиш энергетик нуқтаси ҳар хил элементларда турлича. Бу қиймат Ве (бериллий) элементида  $1,660 \pm 0,002$  МЭВ (мегаэлектрон вольт) га тенг, бошқа элементларда эса, бу қиймат 4,0 МОВ дан юқорироқ бўлади. Шу сабабли ГНУ, жинсларда ва намуналарда Ве ни аниқлашда жуда самарали ҳисобланади. Усулда дала ишларини бажариш учун РОБ-1М, «Берилл-2», «Берилл-3», «Берилл-4» ўлчов асбоби намуналари ишлаб чиқарилган. Булар ҳам юқорида барча қўрилган радиометр ва спектрометрлар каби, икки усулда ажратилган ўлчаш датчиги ва бажариш пультадан иборат. Ўлчов асбобларининг ишлаши томонли радиометрларникидан деярли фарқ қилмайди, фақат ўлчаш датчигида нейтрон ҳисоблагичи ўрнатилган бўлади. **87-рasmда** ГНУ нинг ўлчов асбобларидан бирининг ташкил кўриниши берилган.



**87-расм.** «Берил-3» стериллометри.

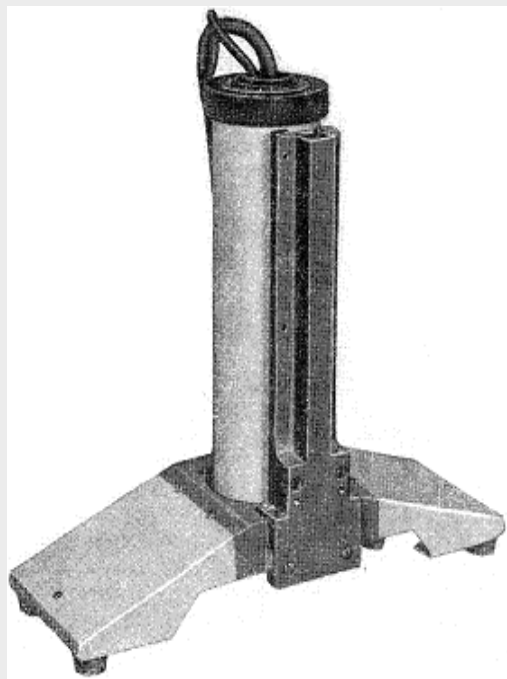
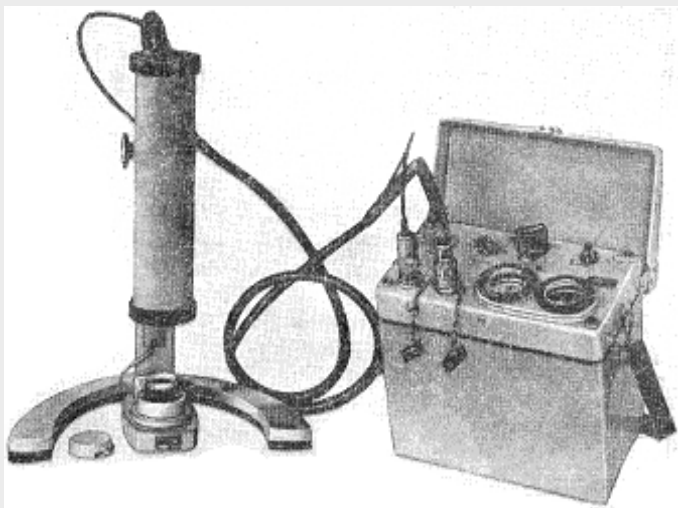
### **Ядровий гамма-резонанс усули (ЯГР)**

ЯГР усули гамма-квантларни энергиялари кузатилган ҳолда элементларнинг ядролари томонидан резонанс (кескин) ютилиши ва чиқарилиши ҳодисасига асосланган. Эркин атомларнинг ядроларида бундай ҳодисани кузатиш қийин, сабаби бундай ҳолатда ядро гамма-квантнинг энергияси ядрога берилган миқдорга камаяди. Аммо, аксарият ҳолларда элементлар ядролари эркин ҳолатда бўлмасдан, бирор макро тизимда боғланган бўладилар (мисол учун тоғ жинсида). Бундай тизимда  $\gamma$ -квантларининг ютилиши ва чиқарилиши жараёнларида энергия деярли йўқотилмайди. Бундай ҳодиса Мессбауер эффекти деб аталади ва ЯГР усули ҳудди шу ҳодисани тоғ жинсларида ва маъданларда кузатишга асосланган.

Амалиётда, Мессбауер эффекти 45 га яқин элемент изотопларида кузатилган.

Ҳозирги пайтда ЯГР усули тоғ жинслари ва намуналарда қалай (Zn) ва темир (Fe) элементларини аниқлашда кенг қўлланилмоқда.

**88-расмда** ЯГР усулида иш олиб боришга мосланган МАК-1 асбоби кўрсатилган.



МАК – Мессбауерский анализатор касситерита.

**88-расм.** МАК-1 ўлчов асбоби: а - намуналарда ўлчаш датчиги ва бошқариш пульти; б – Ер юзасида ёки лаҳм деворларида ўлчаш датчиги

### **Сунъий нейтрон усуллари**

Сунъий нейтрон усуллари, умуман геофизика кидирув усулларида хисобланган нейтрон усуллари, тоғ жинсларига ва системаларга нейтронларни таъсир этишида содир бўладиган реакцияларга асосланган.

Шуни эслатиб ўтиш керакки, нейтронлар электр зарядидан холи бўлганлари учун ҳар қандай ўртача ва оғир элементлар ядроларидан ҳам осонгина ўта оладилар, бундан ўта енгил элементлар мустасно.

Нейтронлар тоғ жинсларига таъсир қилганларида энг аввал уларнинг энергияларини камайиб, секинлашишлари кузатилади. Нейтронлар энергиялари бўйича тез, иссиқ (надтепловые) ва илиқ (тепловые) нейтронларга бўлинадилар. Нейтронлар оқими иссиқ ва илиқ нейтронларга айланганларидан сўнг, ядролар билан ўзаро ядро реакцияларини ҳосил қиладилар, бунда нейтронларнинг резонанс ютилиши, ядро майдони таъсирида сочилиши, радиацион ютилиш ва ядроларнинг парчаланиш ҳодисаларини кузатиш мумкин. Бунда танишадиган нейтрон усуллари, албатта, шу ҳодисаларнинг бирига асослангандир.

### **Нейтрон-нейтрон усуллари**

Нейтрон – нейтрон усулининг асосида, тез нейтронларнинг тоғ жинслари билан таъсирланиб ядролар майдонида сочилиш ва ютилиш ҳодисалари ётади. Тоғ жинслари тез нейтронлар оқими билан бомбардимон қилинади, иссиқ ёки илиқ нейтронлар қайд қилинади. Шунинг учун ҳам усулнинг икки хил шакли: иссиқ нейтрон-нейтрон (ННн) ва илиқ нейтрон-нейтрон (ННт) усуллари мавжуд. Бу усул ёрдамида грунтларнинг намлигини аниқлаш яхши самара беради. Ушбу масалани ечиш учун махсус ўлчов асбоби «НИВ-2» (нейтронный измеритель влажности) қўлланилади. Ўлчов ишлари дастлаб текисланган юзаларда амалга оширилади.

### **Нейтрон-гамма усули**

Нейтрон-гамма усули нейтронларнинг радиацион ютилиши ҳодисасига асосланган. Нейтронлар элементлар ядроларига таъсир қилганларида, маълум шарт-шароитларда ядролар томонидан «ютиб» юборилади. Натижада ядро жўшқин ҳолатга ўтади ва дастлабки стабил ҳолатига ўзида γ-квантларини чиқариб қайтади.

Амалда тоғ жинслари ва маъданлар нейтронлар ёрдамида нурлантирилади ва ҳосил бўлган γ-нурлари ўлчанади. Элемент атомлари тарқатаётган бундай γ-нурланиш фақат шу элемент атомларигагина хос бўлади. Бу усул ёрдамида ўз навбатда элементларнинг тоғ жинсидаги миқдорини аниқлаш имкониятини беради, шунингдек марганец (Mn), симоб (Hg), кобальт (Co) ва бошқа элементларнинг миқдорларини аниқлашда яхши самара беради.

### **Нейтрон – активлаш усули**

Бу усул асосида норадиоактив элементларнинг атомларини тез нейтронларнинг оқими ёрдамида нурлантириб, уларнинг радиоактив изотопларини ҳосил қилиш ва уларнинг радиоактивлигини ўлчаш ётади. Тоғ жинслари ёки маъданларни нейтронлар билан нурлантирилганда, уларнинг таркибидаги элементлар атомларини бир ёки бир неча радиоактив изотоплари ҳосил бўлиши мумкин. Шуниси диққатга сазоворки, ҳар бир радиоактив изотопнинг радиоактивлик даври ҳар хил. Бу, ўз навбатида вақт давомида бир неча элементларни аниқлаш имконини беради. Бу усулда иш бажаришда Po-Be, Pu-Be, радиоизотопли нейтронлар манбаларидан фойдаланилади. Ўлчов асбоби сифатида СП-3М, СЛ-4 гамма спектрометрлари қўлланилади. Ҳозирги вақтда нейтрон-активлаш усули флюорит,

симоб (Hg), вольфрам (W), ва молибден (Mo) конларини излашда, намуналарда олтин (Au), кумуш (Ag), симоб (Hg), мис (Cu) ва бошқа элементларнинг миқдорини аниқлашда қўлланилиб келмоқда.

## **КУДУҚЛАРДА ГЕОФИЗИКАВИЙ ТАДҚИҚОТЛАР ЎТКАЗИШ УСУЛЛАРИ.**

Бурғилаш кудуқлар деворини ташкил қилган ҳар хил тоғ жинсларининг физик параметрларини ўрганувчи геофизик усулларни каротаж деб аталади. (Каротаж) – француз тилида – кернсиз (намунасиз) бурғилаш деб таржима қилинади.

Геофизик усулларини Ер юзасида ва бурғилаш кудуқларда қўлланишида фарқ бор. Фарқи шундан иборатки, кудуқ шароитида ўлчов асбоби физик майдон манбасига яқин жойлашади ва каротаж усуллари жинсларни ажратиш қобилияти бўйича кадрланади (дала усуллари эса ўрганиладиган чуқурлиги бўйича кадрланади).

Кудуқдаги геофизикавий тадқиқотлар кернсиз (намунасиз) бурғилашда кесимларни геологик ҳужжатлантириш учун хизмат қилади ва кесимнинг литологик, қатламлар калинликлари, коллекторлик ва филтрацион хусусиятлари бўйича маълумотлар беради.

Каротажнинг асосий мақсади – кудуқ бўйича кесимнинг хусусиятини катта аниқлик билан ўрганишдир.

Каротаж ўлчовлари тоғ жинсларининг ўзгармаган табиий ҳолатда ётган жойларидаги физик хоссалари бўйича тасаввур беради. Бундай маълумотларни бошқа ҳеч қандай усул бермайди. Шунинг учун кудуқдаги геофизик тадқиқотлар керни ўрганиш билан кудуқдаги геологик кесимни ўрганишда ва фойдали қазилмаларни излашда асосий усуллардан бири бўлиб қолади.

Бундан ташқари, каротаж дала геофизик ишларига нисбатан таянч усули бўлиб қолади. Кўпинча дала геофизик маълумотларини талқин қилиш аниқлигини ошириш учун каротаж далилларида олинган жинсларнинг солиштирма қаршилиги, тўлқин тарқалиш тезлиги ва бошқалар маълум параметрлар сифатида ишлатилади.

Параметрлар, каротаж кабелида ўрнатилган ўлчов асбобини (майдон сезгиргич) кудуқдан кўтарган пайтида автоматик ўлчанади.

Кудуқларда қўлланиладиган геофизик усуллар тоғ жинсларининг физик хоссалари фарқига асосланган. Тоғ жинсларининг физик хусусиятларини ўрганишда кудуқларда электрик, ядро – физикавий, сейсмик ва сейсмоакустик, термик, магнит ва бошқа усуллар қўлланилади.

Бурғилаш жараёнида кудуқларни техникавий ҳолатини ўрганиш учун махсус ўлчовлар олиб борилади (кудуқларни диаметрини ва қийшайишини, кудуқлар деворини цементланишини, кудуққа сув оқиб келиш жойини аниқлаш ва бошқа).

Каротажда ишлатиладиган аппаратура (асбоб) иккита асосий блоклардан иборат: Кудуқ асбоби (зонд деб аталади) ва Ер устидаги бошқариш ва қайд этиш пульти ҳамма блоклар тўплами – каротаж станцияси деб аталади. Каротаж станциялар комплектига:

- 1) Чуқурлик асбоби (каротаж зонди);
- 2) Битта, учта ёки кўп томирли кабел;
- 3) Потенциаллар айирмасини ўлчайдиган асбоблар;
- 4) Электр ток манбаълари;
- 5) Каротаж кабелини кудуққа тушириш ва кўтариш учун лебётка;
- 6) Кабелни кудуққа йўналтириш учун ва чуқурлик асбобининг жойлашиш чуқурлигини

қайд қилувчи тасмани тортувчи механизмга синхронли ўтказиш учун, кудуқ олдида блок – баланс ўрнатилади.

Каротаж станция ҳар хил усуллар билан ўлчовларни олиб бориши мумкин, фақат комплекта кирадиган зондлар алмаштирилади ёки комплекснинг кўп каналли зондлари ишлатилади. Кудуққа каротаж кабелини ва зондларни тушириш ва кўтариш учун лебётка, блок – баланс, чуқурлик датчиклари (асбоблар) ишлатилади.

Ўлчанаётган параметрларни аналог шаклида диаграмма қоғоз тасмасига ёки рақам кодида чуқурликлар 1:5000 дан 1:20 гача маштабида ёзилади.

Каротаж станциялар автомобилларда ўрнатилади. Каротажда битта, учта ёки кўп томирли махсус кабеллар ишлатилади. Кабеллар каротаж зондига уланади.

Чуқур бўлмаган кудукларни ўрганишда енгил, кўлда олиб юрадиган асбоблар ишлатилади.

### **Кудукларда геофизикавий тадқиқотлар (ҚГТ) ўтказиш шароитлари**

ҚГТ ( русча ГИС) ўтказиш жараёнида, ўлчов натижаларига тоғ жинсларининг ва бурғиладиган эритмаларининг таъсири катта бўлади. Ундан ташқари, бурғиладиган жараёнида кудукнинг диаметри ўзгаради ( камаёди ёки ошади).

Кўпинча бурғиладиган жараёнида бурғиладиган эритмалари ишлатилади. Ушбу бурғиладиган эритмалари гил зарраларининг сувли аралашмасидан тайёрланади ва шундай эритмалар гилли бурғиладиган эритмаси деб айтилади. Бурғиладиган жараёнида кудукни ичидаги бурғиладиган эритманинг гидростатик босими қатлам босимидан юқори бўлиши керак. Шунинг учун ғовакли, сингдирувчан тоғ жинс – қатламларида бурғиладиган эритманинг филтрати қатламга сингиб кетади, гил, зарраларининг бир қисми эса кудук деворида ёпишиб қолади ва улар (лой) гилли пўстни ташкил этади.

Бурғиладиган жараёнида кудук атрофидаги тоғ жинсларда иккита асосий зона ажратилади:

- 1) Сингиш зонаси – бу бурғиладиган эритма филтратининг жинсларга сингиб етиб борган жойи (соҳаси);
- 2) Ювилиб кетган зонаси – бу бурғиладиган эритманинг филтрати билан тоғ жинсларининг тўлиқ тўйинган зонаси.

Бурғиладиган эритма филтратининг ва Ер ости сувларининг электр қаршилиги ҳар хил бўлгани учун, жинсларнинг қаршилигини орттирадиган ва пасайтирадиган сингиш кузатилади.

Агар, сингиш зонасидаги электр қаршилик, сингиш зонасидан ташқаридаги жинсларнинг қаршилигидан юқори бўлса, у ҳолда бурғиладиган эритмасининг филтрати, қатламга орттирадиган сингиш деб ҳисобланади.

Агар, сингиш зонасидаги электр қаршилик, сингиш зонасининг ташқаридаги электр қаршилигидан паст бўлса, унда бурғиладиган эритмасининг филтрати, қатламга пасайтирадиган сингиш деб ҳисобланади.

### **Электрик каротаж усуллари**

Электрик каротаж – бунда кудукларда электр усуллари билан тадқиқотлар ўтказилади. Кудукларда табиий электр майдонлар (ПС), уналган потенциаллар (ВП), туюлувчи солиштирма қаршилик  $\rho_k$  (КС) ўлчанади.

Электрик каротаж ўлчовларини фақат қувурлар билан маҳкамланган (қувурсиз) кудукларда ўтказиш мумкин.

Электр каротажнинг ҳар хил усулларида ҳар хил зондлар ишлатилади. Зонд кудукқа туширилади.

Энг оддий зондда каротаж кабелига битта, иккита ёки учта қўрғошдан ишланган электродлар маҳкамланган бўлади. Бундай зондлар бурғиладиган эритмаси ёки сув билан тўлдирилган кудукларда қўлланади. Қуриқ кудукларда сирғанувчи электродлар ишлатилади. Уларнинг ҳар биттаси металллик чўткадан иборат бўлиб, текис металллик пружина устида изолятор обоймасига маҳкамланади. Бу пружиналар кудук деворларига электродларни сиқиб туради.

Ўлчанаётган потенциаллар айирмаси қайд этувчининг махсус ўзгартирувчи механизми билан компенсация қилинади. Бу механизм диаграмма тасмаси устига ўрнатилган ёзгич (қалам) билан уланган. Компенсация пайтида қалам тасмага кўндаланг, ўлчанган кучланишга пропорционал масофага силжийди. Тасма ҳаракат қилганда потенциаллар айирмасининг эгри чизигининг чуқурлик бўйича ўзгариши чизилади.

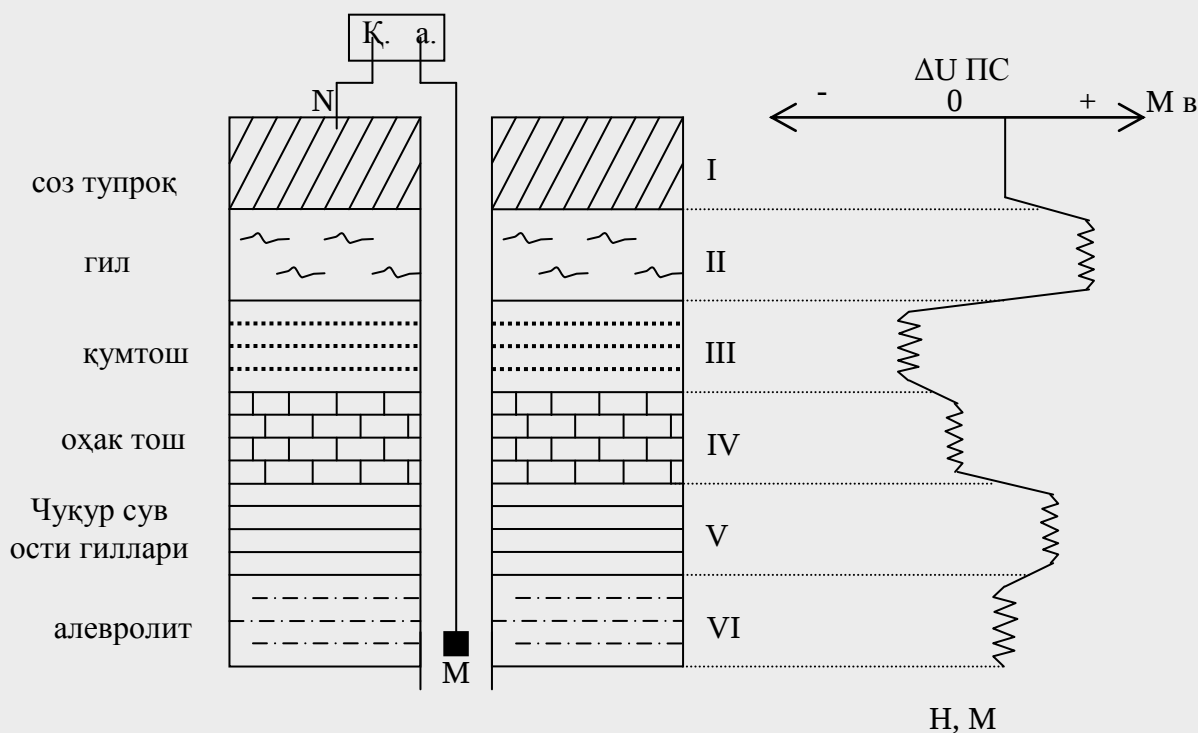
Электрик каротаж ўтказилганда таъминовчи электродларга паст частотали ўзгарувчан ток юборилади. Бунда бир вақтда бир нечта параметрларни ёзиш ва ҳалакит этувчи электр сигналларни сўндиришга имкон туғдирилади.

### Табиий майдон усули билан каротаж ўтказиш (каротаж ПС)

Бу усул қудуқ бўйича табиий (ўзидан – ўзи ҳосил бўлган) потенциалларни ўлчашга асосланган. Ўзидан – ўзи ҳосил бўлган потенциаллар кескинлигига, ишорасига жинслар таркиби ва электр кимёвий активлиги, бурғилаш эритма ёки сувнинг минераллашганлиги, қатламдаги ва бурғилаш эритмасининг босимлари фарқи катта таъсир этади. Потенциаллар иккита қабул қилувчи электродлар ёрдамида ўлчанади.

ПС каротажни қудуқ бурғилангандан сўнг 12 соат оралиғида ўтказиш шарт. Бўлмаса ўлчанаётган табиий потенциаллар қудуқ бўйича (ўзгармаслик кузатилади) барқарор бўлиб қолади.

Кўпинча, каротаж ПС потенциаллар усули билан бажарилади, яъни қудуқ ёнида (оғзи ёнида) битта ўзгармас қабул қилувчи (N) электрод ерга туташтирилган ва иккинчиси қудуқда ҳаракат қиладиган қабул этувчи (M) электроддан иборат бўлган зонд (қурилма) билан ўтказилади (89– Расм).



89– Расм. Табиий потенциаллар диаграммаси

Агар, электр ҳалакит берувчилар бўлса, каротаж ПС потенциаллар градиенти усули билан ўтказилади. Бу ҳолатда қудуқда иккита M ва N электродлар орасидаги масофа (1 – 2 см) доимий бўлиб кўчирилади. Натижада милливолтда ўлчанадиган манфий ва мусбат табиий потенциаллар (ПС) аномалиялари кузатилади. Бу ПС аномалиялари бўйича электркимёвий активлиги ҳар хил бўлган қатламлар ажратилади.

#### ПС каротаж маълумотларини талқин қилиш

Гилли жинслар рўпарасида мусбат максимум ПС аномалиялари кузатилади; ғоваклик сингдирувчан жинслар (қумлар, қумтошлар, дарзли оҳақтошлар) – манфий аномалиялари билан белгиланади.

Сулфидлар, антрацит, графит қатламлари кучли мусбат ва манфий аномалиялар билан кузатилади.

Зич қумтошлар, оҳақтошлар, отқинди жинслар кучсиз аномалиялар билан кузатилади.

Қудуқдаги бурғилаш эритмаси ёки сув оқиб кетган жойлар манфий аномалиялар билан белгиланади. Сув оқиб келадиган жойлар – мусбат аномалиялар билан белгиланади.

ПС чизикларда нолли чизик бўлмайди. ПС диаграммаларида шартли нолли чизиклар ўтказиш мумкин: гиллар «нолли» чизик ва кумтошлар «нолли» чизик. Гиллар «нолли» чизик қалин бир жинсли гилли қатламлар рўпарасидаги «и» потенциалларининг максимал мусбат қийматлари бўйича ўтказилади. Бу шартли чизик ўнг тамонда жойлашади. Кумтошлар «нолли» чизик максимал манфий потенциаллар қийматлари бўйича ўтказилади ва у чап тамонда жойлашади.

ПС аномалиялар бўйича қатламлар қалинлиги аниқланади. Агар, қатлам қалинлиги 2-4 марта кудук диаметридан катта бўлса (қалин қатлам), унда унинг устки қисми ва таги рўпарасида ПС аномалияси қатлам марказига мос бўлган максимал қийматининг ярмига тенг бўлади. ПС потенциалнинг градиенти диаграммаларида қалин қатламнинг устки қисми ва таги аниқ экстремумлар билан кузатилади. Юпқа қатламлар ингичка экстремумлар билан белгиланади.

ПС каротажи геологик кесимни ажратишга ва уларни қўшни кудукларда кузатишга, яхши сингдирувчан қатламларни (қум, ғовакли оҳактошлар) ва ёмон сингдирувчан қатламларни (гиллар, гилли сланецлар), сульфидларни, полиметаллик маъданларни, кўмирни, графитни ажратишда ҳамда жинслар ғоваклигини ва сингдирувчанлигини баҳолашда қўлланилади.

### Туюлувчи қаршилик усули каротажи (КС каротажи).

Электрик каротажнинг асосий усули. Туюлувчи қаршилик каротажида кудук атрофидаги жинслар солиштирма электрик қаршиликлари бўйича ўрганилади ва ажратилади.

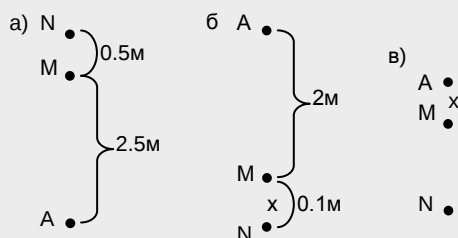
Жинсларнинг туюлувчи қаршилик кузатувларига ( $\rho_k$ ) ҳар хил омиллар кўп таъсир этади: қатламнинг қаршилиги ( $\rho_r$ ), сингиш зонасининг ( $\rho_{3П}$ ) ва ювилиб кетган зонанинг ( $\rho_{III}$ ) қаршиликлари, қатламнинг атрофидаги жинсларнинг қаршилиги ( $\rho_{вм}$ ), бурғилаш эритмасининг қаршилиги ( $\rho_{\rho-pa}$ ), қатламнинг қалинлиги ( $h$ ), кудукнинг ( $dc$ ) ва сингиш зонасининг ( $D$ ) диаметрлари ва ўлчов ишларининг олиб берувчи зондларнинг узунлиги ( $L$ ) киради.

Туюлувчи қаршилик усуллари билан каротаж ўтказганда, тўртта электродли зондлар ишлатилади. АВ – (жуфт) ток билан таъминловчи электродлар, MN – (жуфт) қабул қилувчи электродлар ишлатилади. Учта электрод каротажли зонднинг ичига жойлаштирилган ва кабелга уланган ҳолда кудукнинг ичига туширилади. тўртинчи электрод эса, Ер юзасида кудукнинг оғзига яқин жойда ерга туташтирилади.

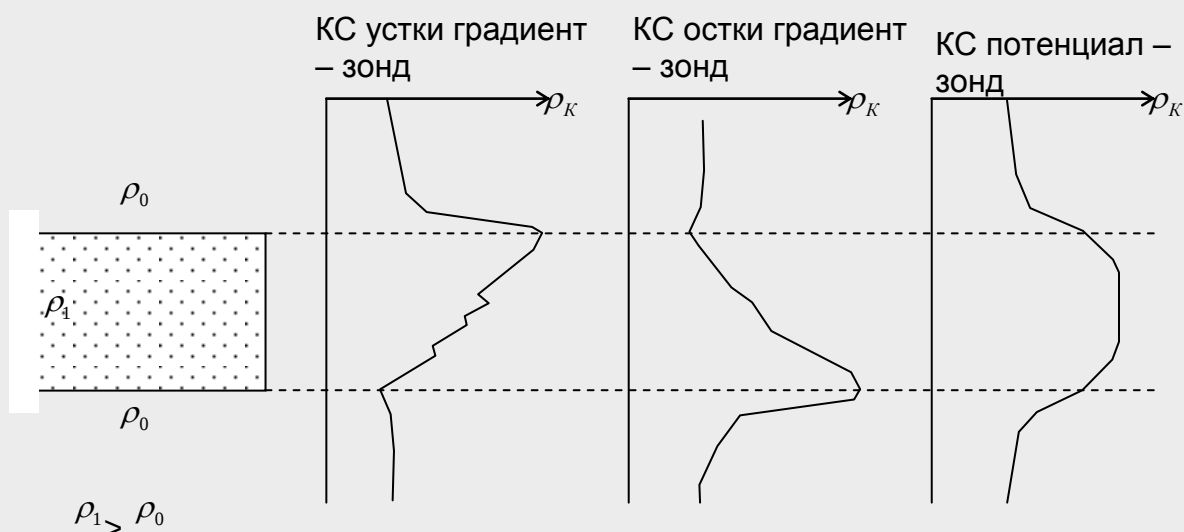
Агар, жуфт электродларнинг (бир мақсадли) орасидаги масофа ток электродгача бўлган масофадан кичик бўлса, бундай зондни градиент – зонд деб аталади. Масалан, А 2,0 М 0,1 N зондда А электроддан М электродгача 2 м, М дан N электродгача 0,1 м масофа ташкил этади. MN – жуфт электродлар, А ва М электродлар – ток электродлар. Ёки М 3,0 А 0,2 В – градиент – зонд.  $MN < (5 \div 10) AO$ .

Агар, жуфт электродлар ток электродга нисбатан юқорида жойлашган бўлса, унда устки гридиент – зонд деб аталади. (расм 90 а) 90 – расмда устки градиент – зонд (а) ва остки градиент зонд (б) электродлар ҳолати кўрсатилган.

Шундай зондлар қаршилиги катта бўлган қатламларнинг устки чегарасини максимум билан ажратади (расм 91).



90 - расм



91 – Расм. Ҳар хил зондлар учун туюлувчи қаршилик диаграммалари (КС).

“0” нукта градиент зонднинг ўлчов нуктаси – жуфт электродлар ўртасидаги нукта.

Агар, жуфт электродлар тоқ электродга нисбатан пастда жойлашган бўлса, унда бундай зонд остки градиент – зонд деб айтилади ва улар қаршилиги юқори бўлган қатламлар тагини аниқ максимум билан ажратади (расм 90б, 91).

Агар, жуфт электродларнинг орасидаги масофа тоқ электродгача бўлган масофадан катта бўлса (3 – 5 марта) бундай зондни потенциал – зонд деб айтилади. Масалан, А 0,5 М 2,5 N зондда А дан М гача 0,5 м, М дан N гача 2,5 м ташкил этади. Ёки М 0,5 А 2,5 В. Потенциал зонд остки ва устки бўлади. М ўлчов нуктаси ҳисобланади. (Расм 90).

Уч электродли зонд ишлатилганда қудуққа туширилган битта ток юборувчи ва иккита қабул қилувчи М ва N ёки битта қабул қилувчи М ва иккита ток таъминловчи А ва В электродлар ёрдамида солиштирма қаршилик  $\rho_k$  ўлчанади:  $\rho_k$  қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$\rho_k = k \cdot \frac{\Delta U}{I}, \text{ бу ерда } K = \frac{4\pi \cdot AM \cdot AN}{MN}.$$

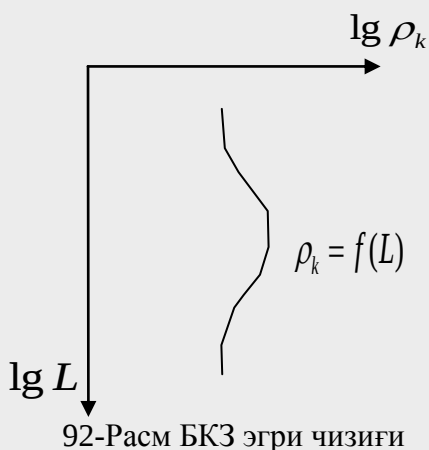
Зонднинг номи қудуқда тепадан пастга жойлашган электродлар ҳарфлар билан ва электродлар орасидаги масофалари билан белгиланади. Масалан, А 2,5 М 0,1 N. Градиент зонднинг узунлиги (L) – тоқ электроддан жуфт электродлар ўртасигача масофа (АО - масофа) билан аниқланади. Потенциал зонднинг узунлиги (L) – иккита яқин жойлашган (тоқ) электродлар орасидаги масофа (АМ масофа) билан аниқланади.

Зонднинг узунлиги (таъсир этувчи) ўрганиш радиусини аниқлайди ва градиент – зондларда L га, потенциал – зондларда 2L га тенг бўлади.

Микрозондлар. Туюлувчи қаршиликлар (КС) каротажида ток кучи (Ток каротажи) ёки туюлувчи қаршилик  $\rho_k$  ўлчанади. Ток каротажида қудуқ бўйича ток кучининг ўзгариши диаграммалари ёзилади.

КС каротажининг асосий тури - бу қудуқ бўйича ўрганилаётган геологик шароитда ўлчами доимий бўлган стандартли зонд ёрдамида туюлувчи қаршиликнинг  $\rho_k$  ўзгариши ўлчанади. Стандартли зонд қаршилиги ҳар хил бўлган қатламларни  $\rho_k$  чизмалари бўйича аниқ ажратишга имкон яратади ва ўлчанган  $\rho_k$  ҳақиқий қаршиликлар қийматларига яқин бўлади.

КС каротажи ўтказганда таъминловчи электродларда ток кучи (I) доимий ушлаб турилади, қабул қилувчи электродлар ёрдамида ўлчанаётган потенциаллар айирмаси ( $\Delta u$ ) коэффицент K ва ток кучи I қийматлари ҳисобга олиниб қаршилик  $\rho_k$  масштабига ўтказилади.



Ўлчанаётган  $\rho_k$  қийматига бурғилаш эритмасининг қаршилиги  $\rho_p$ , кудук диаметри  $d_r$  бурғилаш эритмасининг жинсларга сингиш зонасининг радиуси таъсир этади. Ўлчамлари катта бўлган зондларни (кудук диаметридан  $10 \div 20$  марта катта) ишлатганда, бурғилаш эритмасининг таъсири кичик бўлади. Зонднинг ўлчами (узунлиги) жуда катта бўлса, ўрганиш радиуси бурғилаш эритмасининг сингиш зонасидан катта бўлади ва шунинг учун ўлчанаётган  $\rho_k$  қийматларига бурғилаш эритмаси ва сингиш зонасининг таъсири жуда кичик бўлади.

КС каротаж далиллари жинслар қаршилиги бўйича умумий тасаввурни беради. Кесимни аниқ кўриш учун, айниқса маҳсулдор қатламлар ётиш интервалларидаги

жинслар хусусиятларини тўлиқ ўрганишда ёнланма каротажли азмойишлаш (зондлаш) (БКЗ) қўлланади. Ёнлама каротажли азмойишлашда узунлиги ҳар хил бўлган градиент ёки потенциал зондлар ёрдамида жинсларнинг солиштирма қаршилиги ўлчанади. Ҳар битта зонднинг қаршилиқ диаграммасидан ажратилган қатлам учун  $\rho_k$  қийматлари аниқланиб биолагорифм миқёсида  $\rho_k$  нинг зондлар узунлиги ( $L$ ) билан боғланиш графиги тузилади. (Расм 92).

Тузилган график ёнлама каротажли зондлаш (ЁКЗ, русча БКЗ) эгри чизиғи деб аталади. БКЗ эгри чизиқлар махсус (БКЗ) палеткалар ёрдамида қайта ишлаш натижасида қатламларнинг ҳақиқий қаршилигини, сингиш зонасидаги бурғилаш эритмасининг қаршилигини ва сингиш зонасининг диаметрини аниқлаш мумкин.

Ўлчанган  $\rho_k$  қийматига пастки ва юқорида ётган қатламларнинг таъсирини камайтириш учун ёнлама каротаж (ЁК, БК) усули қўлланади. Бу усулдаги зондда таъминловчи электроддан ташқари токни фокуслантириб кудук деворига перпендикуляр юборувчи экранлаштирувчи электродлар ишлатилади. ЁК қаршилиги катта бўлган қатламларни ва кесимда қаршилиги кучли фарқланадиган қатламларни ўрганишда қўлланади.

**Резистивиметрия** - кудукдаги бурғилаш эритмасининг ёки сувнинг қаршилигини ўлчашда қўлланилади. Ишлар резистивиметр деб аталган зонд билан олиб борилади. Резистивиметр – бу ўлчам кичик бўлган градиент – зонд. Бу зонд ўлчами кичик бўлиб изолятордан ишланган очик цилиндрдан (кувурдан) иборат. Цилиндр ичида ораси бир-биридан бир неча сантиметр бўлган масофада А, М, N электродлар жойлашади. «В» - электрод Ер юзасида, кудук олдида туташтирилган бўлади. Резистивиметр кудукда ҳаракат қилганда, гилли эритма ёки сув очик цилиндрдан ўтади ва қаршилиги ўлчанади.

Ундан ташқари резистивиметрия кудукка ер ости сувларини оқиб келган жойи ва филтрлаш тезлигини аниқлашда қўлланади. Бунда кудук сувга тўлдирилиб туз солинади ( $>5$  г/л). Сувнинг минералланганлиги 5г/л гача ёки ундан ҳам ортиқ бўлиши лозим ва ҳар хил вақт давомида сувнинг  $\rho_k$  қийматини ўзгариши диаграммаси ёзилади. Диаграммалар бўйича, кучли ўзгариш бўлган интервал учун,  $\rho_k$  қийматларидан сувнинг минераллангани аниқланиб, вақт бўйича туз ювилиш графиги тузилади ва бу графикдан филтрлаш тезлиги ҳисобланади.

### Ундалган қутбланиш каротажи (ВП)

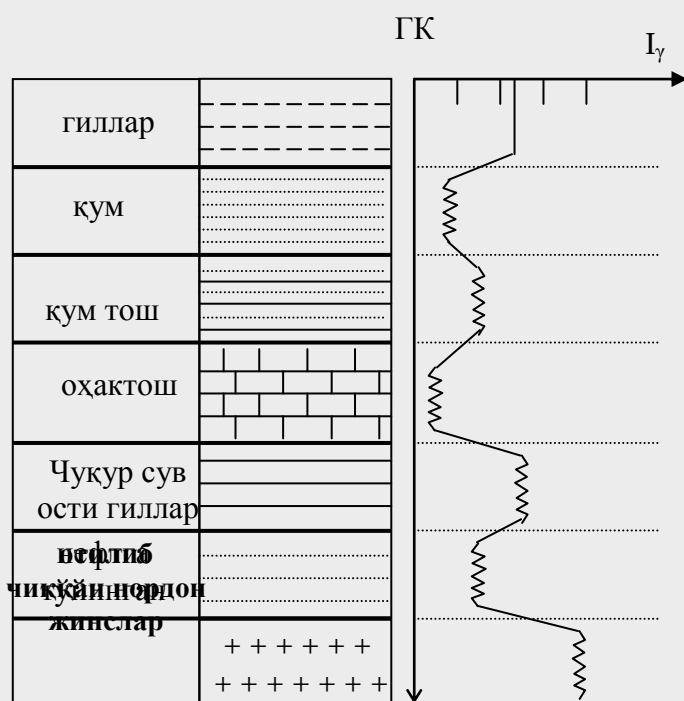
Бу каротаж турида ток юборилган вақтда потенциаллар айирмаси  $\Delta u_{\text{җт}}$  ва ток ўчирилгандан сўнг ундалган  $\Delta u_{\text{ВП}}$  ўлчанади. Шунинг учун ВП каротажида импульсли ток (бир секундда 10-20импулслар) ишлатилади. Маъданларни излашда қўлланилади.

## Ядро – физикавий каротаж

Ядро – физикавий каротаж – жинсларнинг табиий радиоактивлигини ва сунъий гамма ва нейтрон нурланишлар таъсирида ҳосил бўлган иккиламчи гамма ва нейтронлар нурланишларининг кескинлигини ўрганишга асосланган. Электрик каротажга нисбатан ядровий каротажни темир қувурлар билан мустаҳкамланган ва қувурсиз қудукларда ўтказиш мумкин.

### Гамма – каротаж

Гамма – каротаж - (ГК) қудукдаги тоғ жинсларининг табиий  $\gamma$  - нурланишини ўлчашга асосланган. ГК нинг мақсади қудукларнинг геологик кесимини ўрганиш ва таккослаш ҳамда чуқурликда ётган радиоактив маъданларни аниқлашдир. ГК қудук радиометри (зонд) ёрдамида ўтказилади. Радиометрнинг сцинтилляцион счётчиги зонд ичида жойлашган ҳолда қудукда ҳаракат қилган пайтида, қоғоз тасмасига  $\gamma$  - нурланишнинг кескинлиги  $J_\gamma$  қайд этилади. ГК натижасида  $\gamma$  - нурланиш кескинлиги диаграммаси тузилади.  $J_\gamma$  гаммаларда ёки имп/минда ўлчанади (93 – Расм).



93 – Расм ГК нинг диаграммаси

Қудукдаги радиометр қудук ўқидан 0,5 м гача масофада жойлашган жинсларнинг  $\gamma$  - нурланиш кескинлигини ўлчаши мумкин, чунки  $\gamma$  - квантлар энергиясини қалинлиги 1-2м бўлган жинслар қатлами бутунлай ютади, 30% гача энергиясини қувурлар (трубалар) ўтказмайди.

Қудукларда сув ёки бурғилаш эритмаси борлиги  $\gamma$  - нурланиш кескинлигини пасайтиради.

ГК диаграммаларда максимум билан гиллар, калий дала шпатли кумлар кузатилади, минимумлар билан кумлар, кумтошлар, карбонатли жинслар қатламлари кузатилади.

ГК диаграммаларини талқин қилиш

ГК диаграммаларида радиоактивликка эга бўлган қатламлар симметрик аномалиялар билан белгилинади. Қатламнинг ўртаси гамма – нурланишнинг кескинлиги энг максимал  $J_\gamma^{\max}$  ёки энг минимал  $J_\gamma^{\min}$  қийматлар билан белгиланади.

ГК далиллари бўйича қатлам чегаралари ва литологиясини аниқлаш мумкин. Қатламнинг устки ва ости аномалиянинг максимал ёки минимал қийматининг ярмисига тенг бўлган қиймати нуктаси бўйича белгиланади.

ГК бўйича жинсларнинг гиллигини аниқлаш мумкин. Қатламларнинг гиллик коэффиценти баланд бўлса, коллекторлик хусусияти паст бўлади ва аксинча, қанча гиллик коэффиценти паст бўлса, шунча коллекторлик хусусияти баланд бўлади. Гамма-нурланишнинг ва гиллик концентрацияси орасида корреляцион  $C_{\text{гил}} = f(\Delta J_\gamma)$  боғланиш бор.

Гиллик коэффиценти аниқлаш учун олдин нисбий гамма кескинлиги ( $\Delta J_\gamma$ ) топилади:

$\Delta J_{\gamma} = (J_{\gamma}^{\max} - J_{\gamma}) / (J_{\gamma}^{\max} - J_{\gamma}^{\min})$ , бу ерда  $J_{\gamma}^{\max}$  - кесим бўйича  $J_{\gamma}$  нинг энг максимал қиймати;  $J_{\gamma}^{\min}$  - кесим бўйича,  $J_{\gamma}$  нинг энг минимал қиймати;  $J_{\gamma}$  - ўрганаётган қатламнинг қиймати.

Бундан кейин тузилган  $C_{\text{гил}} = f(\Delta J_{\gamma})$  боғланишдан гиллик коэффиценти (С) аниқланади.

### Гамма – гамма каротаж (ГГК)

ГГК – тоғ жинсларини сунъий  $\gamma$  - нурланиш таъсирида сочилган иккиламчи  $\gamma$  - квантларнинг кескинлигини ўлчашга (ўрганишга) асосланган.

ГГК нурлантирувчи  $\gamma$  - квантларнинг энергияси бўйича иккита усулга бўлинади.

1) Энергияси 0,5 дан 2 Мэв гача бўлган  $\gamma$  - квантлар билан жинсларни нурлантириш натижасида комптон – сочилиш жараёни содир бўлади. Сочилган иккиламчи  $\gamma$  - квантлар кескинлиги, жинслар зичлигига боғлиқ. Агар, жинснинг зичлиги катта бўлса, сочилган  $\gamma$  - квантлар кескинлиги паст бўлади; агар, зичлик кичик бўлса – сочилган  $\gamma$  - квантлар кескинлиги юқори бўлади. Бу усулда тоғ жинсларининг зичлиги аниқланади ва ГГ каротаж зичлиги бўйича деб аталади. Гамма – квант манбаалари сифатида  $\text{Co}^{60}$  (1,25 Мэв) ва  $\text{Cs}^{137}$  (0,66 Мэв) изотоплар ишлатилади.

2) Иккинчи усулда жинсларнинг ва рудаларнинг таркиби аниқланади. Энергияси 0,1 дан 0,3 Мэв гача бўлган  $\gamma$  - квантлар билан жинсларни нурлантириш натижасида фотоэлектрик ютилиш жараёни содир бўлади. Гамма – квантларни ютилиши жинслардаги элементлар атом ядроларининг оғирлигига боғлиқ. Агар, жинсларнинг таркибида атом номери юқори бўлган элементлар (темир, қурғошин, барий, волфрам, симоб ва бошқалар) бўлса  $\gamma$  - квантлар кучли ютилади ва натижада иккиламчи сочилган  $\gamma$  - квантлар кескинлиги паст бўлади.

Бу каротаж усули селектив гамма – гамма каротаж деб аталади ва жинсларнинг таркибида оғир элементлар борлиги аниқланади. Бу усулда  $\gamma$  - квант манбаалари сифатида  $\text{Co}^{57}$ ,  $\text{Se}^{75}$  изотоплар ишлатилади. ГГК эгри чизиклари ГГК чизикларига ўхшаган бўлади. Шунинг учун қатламларнинг чегараларини ажратиш усули бир хил бўлади.

Ғоваклиги, зичлиги паст бўлган жинслар ГГК диаграммаларида юқори қийматга эга (мах) бўлган аномалиялар билан кузатилади. Зич жинслар қатламлари минимум (min) паст қийматлар билан кузатилади.

### Нейтронли – гамма каротаж (НГК)

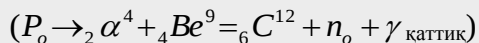
Нейтронли – гамма каротаж (НГК) – тоғ жинсларини нейтрон – нурланиш таъсирида ҳосил бўлган иккиламчи  $\gamma$  - квантлар кескинлигини ўлчашга асосланган. НГК жинсларда водород борлиги, уларнинг ғоваклиги ва кудукларнинг техник ҳолатини кузатиш учун қўлланилади.

Манбаадан тарқалган тез нейтронлар водород ядроси билан учрашганда энергиясини йўқотади ва кичик масофани босиб (15-30см) илиқ нейтронларга ўтиб атом ядролари билан ютилади. Нейтроннинг ютилиши натижасида иккиламчи  $\gamma$  - квантлар чиқарилади. Агар, таркибида водород бўлган жинсларни тез нейтронлар билан нурлантирилса, манбаа ёнида илиқ нейтронлар кўп бўлади ва иккиламчи  $\gamma$  - квантлар кескинлиги ортади, манбаадан катта масофада эса (>40 см) илиқ нейтронлар кам бўлади ва иккиламчи  $\gamma$  - квантлар кескинлиги паст бўлади.

Агар, жинсларнинг таркибида водород бўлмаса ёки миқдори паст бўлса, унда тез нейтронлар энергияларини йўқотиб илиқ нейтронларга айланиши учун катта масофани ўтишлари керак (> 40 см). Илиқ нейтронларга ўтгандан сўнг, улар атом ядролари билан ютилади ва  $\gamma$  - квантлар чиқарилади. Шунинг учун, нейтронларнинг манбааси ёнида илиқ

нейтронлар ва иккиламчи  $\gamma$  - квантлар кам бўлади; манбаадан катта масофада илик нейтронлар ва иккиламчи  $\gamma$  - квантлар ортади. НГК кузатувларини ўлчами кичик бўлган зондлар билан ўтказганда кузатувларни нейтронлар манбаасидан кичик масофада (15-30 см) олиб борилади. НГК эгри чизиғида максимум билан таркибида водород бўлган ғовакли катламлар, кумлар, кумтошлар оҳактошлар, доломитлар, минимум билан гиллар белгиланади.

Нейтронлар манбааси сифатида (Po+Be) аралашмаси ишлатилади.



### **Нейтрон – нейтронли каротаж**

Нейтрон – нейтронли каротаж (ННК) – тоғ жинслардан сунъий тез нейтронлар ўтиши таъсирида энергиясини йўқотган илик нейтронлар оқимининг кескинлигини ўлчашга асосланган. ННК нинг мақсади НГК даги – таркибида водород бўлган юқори ғовакли жинсларни ажратиш. Водород миқдорини бу усулда НГК га нисбатан яхшироқ аниқлайди (чунки НГК ўлчовларга табиий  $\gamma$  - нурланиш таъсир этади).

ННК да илик нейтронлар кескинлиги  $J_{nn}$  нейтрон манбаасидан 15-30 ёки 40-60 см масофаларда ўлчанади. Бунда ўлчами кичик ёки катта бўлган зондлар ишлатилади. Водороддан ташқари нейтронлар энергиясини олтингугурт, хлор, кальций элементлари ҳам яхши пасайтиради.

Илик нейтронлар кескинлигини ўлчаш учун газсимон фторли бор билан тўлдирилган разрядли счётчик ишлатилади. Счётчикнинг камерасига илик нейтронлар ўтганда борнинг ядроси уларни ўзига тортади ва счётчикдаги газни ионлаштирувчи  $\alpha$  - заррачалари чиқарилади. Натижада, ҳосил бўлган кучсиз электр токи кучайтирилиб қайд этилади. Электр токнинг кучланиши нейтронлар кескинлигига пропорционал бўлади. Ўлчами кичик бўлган зонднинг ННК диаграммаларида: максимум билан юқори ғовакли, сувга ёки нефтга тўйинган жинслар, хлоридли сувлар билан тўйинган жинслар, рангли маъданлар белгиланади.

### **Акустик каротаж (АК)**

АК – эластик тўлқинлар тебраниш манбаи ва қабул этувчи ёки иккита қабул этувчилар (приемник) орасида жойлашган жинслардан тарқалиш вақтини ўлчашга асосланган.

Тебраниш манбаи ва қабул этувчи, қудукда бир-биридан доимий масофада (0,5 – 1 м) жойлашган ҳолда кўчирилади.

Эластик тўлқинлар манбаи қабул этувчининг орасидаги аниқ масофада тарқалган вақтини белгилаб, уларнинг шу ораликдаги тарқалиш тезлиги аниқланади. Акустик каротажда аниқланган тезлик қатлам ёки оралик тезлиги деб аталади. Бу тезлик ораликда аниқлангани учун ҳақиқий тезликка яқин бўлади.

Манбадан тарқалган тўлқин бир қисм йўлини тезлиги паст бўлган гилли эритма ва гилли пўстидан ўтгани учун, кузатувларга ҳатолар киритилади. Қатлам тезлигини аниқлаш ҳатосини камайтириш учун иккита қабул этувчилар орасидаги масофани тўлқин ўтиш вақти  $\Delta t$  (иккита қабул этувчиларга тўлқин келган вақтларнинг айирмаси) ўлчанади. Қабул этувчилар орасидаги масофанинг кузатилган  $\Delta t$  вақтга нисбати тезликка тенг бўлади.

АК да юқори (10 дан 100КГц гача) ва узунлиги кичик бўлган тўлқинлар ( $\lambda = 20 \div 2\text{см}$ ) ишлатилгани учун геологик кесимни тўлқинлар тарқалиш тезлиги бўйича аниқ ва юққа катламларни ажратишга имкон яратади.

АК да  $\Delta t$  мкс/м дан ташқари жинслардан тарқалиб ўтган тебранишлар амплитудаси ҳам ўлчанади. Манбанинг кескинлиги (тебраниш амплитудаси) ва ўлчаш базаси доимий бўлгани учун қабул этувчиларга келган тўлқин тебранишлар амплитудаларини солиштириш натижасида жинсларни тўлқин ютилиши (сўниши) бўйича ажратиш мумкин. Юқори ғовакли нефт ва газли жинсларда сувга тўйинганларга нисбатан дарз кетган жинсларда тўлқин кучли сўнади (ютилади).

## Термик каротаж

Термик каротаж – кудукда жинслардан тарқалган табиий ва сунъий ҳарорат майдонларни ўлчашга асосланган. Шу майдонларни ўрганиш учун кудукда узлуксиз ҳарорат ёки ҳароратлар айирмаси ўлчанади.

Ўлчовлар электрик термометрлар билан ўтказилади (уларда ҳарорат ўзгариши билан ток ўтказгичининг қаршилиги ўзгаради).

Сульфидлар, кўмирлар оксидланишида ҳарорат ошиши мумкин. Тузлар эриган пайтда ҳарорат пасаяди (бурғилаш эритманинг). Кудукқа газ келган жойда ҳарорат пасаяди, нефт оқиб келган жойда ҳарорат ошади.

Сунъий ҳарорат майдонини ҳосил қилиш учун, кудук жинслари ҳароратидан ҳарорати фарқ киладиган бурғилаш эритмаси билан тўлдирилади. Вақт давомида кудук бўйича ҳароратни ўзгариши қайд этилади. Натижада жинсларнинг ҳарорат сиғдирувчанлиги ва ҳарорат ўзгарувчанлиги бўйича ажратиш мумкин. Масалан, гиллар орасида ётган сувга туйинган қумларни ажратиш мумкин.

### Кудукнинг техник ҳолатини ўрганиш усуллари

Кудукларнинг техник ҳолатини ўрганиш учун инклинометрия, кавернометрия ва бошқа тадқиқотлар ўтказилади.

Инклинометрияда - кудукни қиялик бурчаги ўлчанади. Кудукни қийшайиш далиллари, кудукнинг чуқурлигини ва қатламларнинг ҳақиқий ётиш чуқурлигини аниқлаш учун керак. Кузатувлар инклинометр деб аталган асбоб билан ўтказилади.

Кавернометрияда – кудукнинг ҳақиқий диаметрини чуқурлик бўйича ўзгариши ўлчанади. Кузатувлар кавернометр деб аталган асбоблар билан ўтказилади. Бурғи ёки коронканинг диаметрига тўғри келган кудукнинг диаметри номинал ( $d_H$ ) деб аталади. Иш натижасида кузатилган эгри чизик кавернограмма деб аталади.

Гиллар, тузлар, қумлар, дарз кетган оҳактошлар рўпарасида номинал диаметрига нисбатан кудукнинг диаметри ортади (кенгаяди); коллектор – қатламлар (ғовакли қумтошлар ва (ғовакли оҳактошлар) рўпарасида кудукнинг диаметри номинал диаметрига нисбатан камаяди.

Бу далиллар бўйича қатламларнинг чегаралари ва литологияси ўрганилади, коллекторлар ажратилади ва кудукни маҳкамлаш ва ишлатилишини режалашда ишлатилади.

Кудук деворларини цементлаш сифатини назорат қилиш учун термометрия, ГГК зичлик бўйича НГК, АК усуллари қўлланилади.

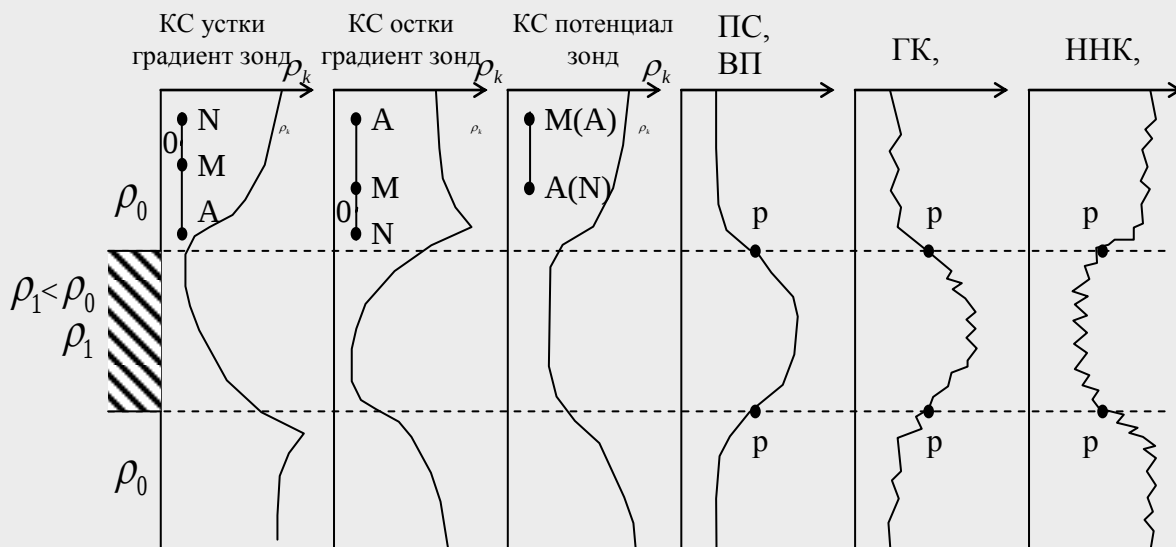
### Кудукдаги каротаж далилларини геологик изохлаш

Каротаж натижаларини геологик изохлаш хусусиятлари бир томондан физик майдонларнинг ўлчовларига кудукдаги шароитлар таъсири, бошқа томондан – бир нечта каротаж тури далилларини назарга олиш зарурлиги билан шартланади.

Кудукдаги кесимларнинг мажмуаси (комплекси) тадқиқотлари геологик масалаларни анча тўлиқ ва ишончли ечилишига имкон беради. Каротаж турларидаги ҳар бирининг ўлчов радиуси, кудукдаги ўлчов шароитлари ва асбобни ҳаракатсизланишига боғлиқ бўлган ҳалақитларга сезгирлигини ҳар хиллиги туфайли, маълумотларни талқин қилишда қўшимча қийинчиликлар туғилади.

Геологик кесимлар ва масалаларнинг хусусиятларини ўзига хослиги каротаж усуллариининг мажмуасини ва далилларни изохлаш усуллариини аниқлайди.

Геологик кесимларни табақалашда ҳар хил физик хоссаларга эга бўлган жинслар чегаралари кузатиш параметрларнинг диаграммаларидаги ўзига хос омиллари бўйича белгиланади. 94–расмда турли каротаж диаграммалари бўйича қатлам чегараларини аниқлаш усуллари келтирилган.



94 - Расм. Турли каротаж далиллари бўйича қатламлар чегараларини аниқлаш (қатлам қалинлиги зонд узунлигидан катта).

К  
удук  
кеси  
мида  
ги  
чўки  
нди  
жинс  
ларн  
и  
табақ  
алаш  
элект  
р  
карот  
ажни  
нг  
туюл  
увчи

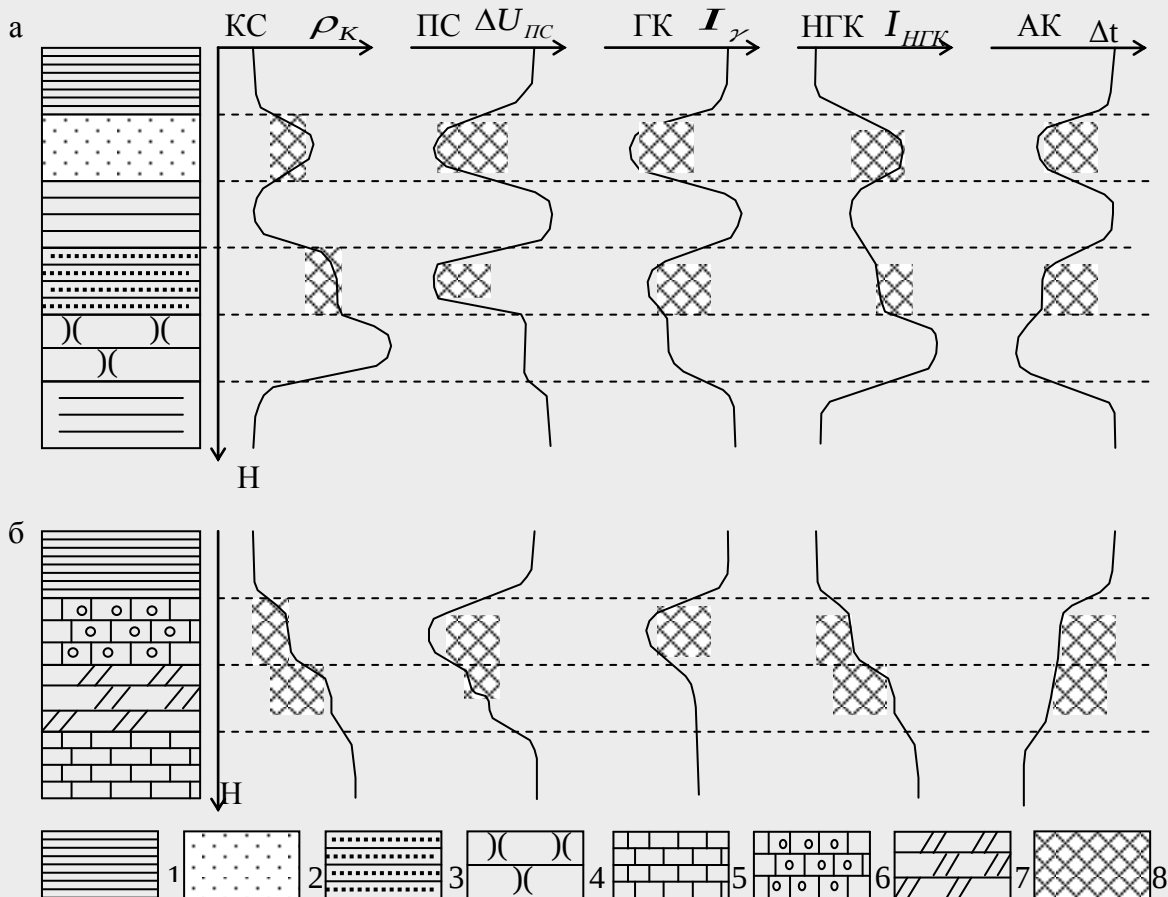
қаршилиги (КС), табиий потенциаллари (ПС) ва ядро-физикавий усуллариинг гамма-каротаж (ГК), нейтронли гамма-каротаж (НГК) ва нейтрон - нейтрон каротаж (ННК) усуллариинг далиллари бўйича ўтказилади. Каротаж диаграммаларида гиллар туюлувчи қаршилик  $\rho_k$  нинг кичик қийматлари (1-10 ом) , мусбат табиий потенциаллари (ПС) ва табиий радиоактивлиги (ГК) юқори қийматлари билан белгиладилар. Қумлар ва қумтошлар гиллардан анча кичик табиий потенциаллари (ПС) ва табиий радиоактивлиги (ГК) қийматлари ва юқори туюлувчи қаршилик  $\rho_k$  қийматлари (20-80 ом) билан фарқланади (Расм 95 а). Сувга тўйинган қумли қатламлар сувнинг минералланиши юқори бўлганда туюлувчи қаршиликнинг  $\rho_k$  кичик қийматлари ва глауконитли, монацитли қумлар ва қумтошлар ГК нинг юқори қийматлари билан таърифланади.

Карбонат кесимида кузатиш параметр қийматлари ва аномалиянинг ишораси, карбонат жинслариинг ғоваклиги ва гиллигига боғлиқ. Тоза, ғоваклиги паст бўлган оҳақтошлар ва доломитлар гилли оҳақтошлар ва мергелларга нисбатан анча юқори туюлувчи қаршилик  $\rho_k$  ва НГК нинг қийматлари, манфий табиий потенциаллари (ПС) ва анча кичик табиий радиоактивлиги (ГК) қийматлари билан фарқланади (99 – расм). Зичлик бўйича гамма-гамма каротаж (ГГК-П) ва акустик каротаж (АК) диаграммаларида ушбу тоғ жинсларида зичликни ортиши (ГГК-П нинг кичик қийматлари) ва эластик тўлқинларнинг тарқалиш вақтини камайиши (тезликни ортиши) кузатилади (Расм 95 б).

Қалин қум-гилли жинслар орасида ётган гидроксимёвий чўкиндилар (гипс, ангидрит), зич оҳақтошлар каби омиллари билан узунлиги катта бўлган потенциал-зонд ёки градиент – зондлар ўлчовларида анча юқори  $\rho_k$  қийматлари билан ажратилдилар. Тузлар кичик  $\rho_k$  қийматлари (2-10 ом) ва табиий радиоактивлиги (ГК), қудуқ диаметри номинал диаметрига нисбатан катта қийматлар, манфий табиий потенциаллар (ПС) билан ажратилади. Агар, калий тузлари бўлса, (таркибида радиоактив  $K^{40}$  изотопи бўлади) табиий радиоактивлиги (ГК) юқори қийматлари билан кузатилади.

Нефт ва газ конларида қудукдаги геофизик тадқиқотларнинг диаграммалари (КС( $\rho_k$ ), ННК, НГК, АК бўйича коллектор қатламларнинг ғоваклиги, сув, нефт ва газга тўйинганлиги аниқланади.

Юқори ғовакли сувланган қатламлар КС, ННК, НГК ва АК диаграммаларида кичик қийматлари билан ажратиладилар. Газга тўйинган қатламлар КС ( $\rho_k$ ), ННК, НГК диаграммаларида юқори қийматлари билан белгиланади. Сув – нефт туташ юзасидаги (контактдаги) нефт сувга нисбатан туюлувчи қаршиликнинг каттароқ қийматлари билан белгиланади. Қулай ҳолларда КС, ННК ва АК далиллари бўйича ғоваклик, сувга, нефтга ва



95 – Расм. Кум – гилли (а) ва корбонат (б) геологик кесимларнинг турли картаж далиллари бўйича таърифлари. 1-гиллар 2-кумлар 3-юқори ғовакли кумтошлар 4-зич кумтошлар 5-7 охактошлар: 5-зич, 6-ғовакли (кавернали), 7-ёрикли 8-коллекторлар (геофизик таърифлар бўйича ажратилган).

газга тўйинганлик коэффициентлари ҳисобланади.

### ГЕОЛОГИК МАСАЛАЛАРНИ ЕЧИШДА ГЕОФИЗИК УСУЛЛАРНИ МАЖМУАЛАШ ВА ҚЎЛЛАНИЛИШИ.

Замонавий геологик қидирув ишлари мураккаб жараён бўлиб, бир қатор кетма-кет тадқиқот босқичларини ташкил этади. Ҳар бир тадқиқотлар босқичида фойдали қазилмаларни жойлашиш қонуниятларини ўрганиш ва саноатга яроқли конларни топишдаги тайин масалалари ечилади. Ер юзасига яқинроқ жойлашган фойдали қазилма конлари, асосан, қидириб бўлинди ва қазиб чиқариш ишлари баъзи конларда ниҳоясига етди. Шунинг учун фойдали қазилма конларни чуқурроқдан излашга тўғри келмоқда. Каттароқ чуқурликда жойлашган фойдали қазилмаларни излашда ўрганилаётган районларнинг чуқур геологик

тузилишини, фойдали қазилмаларнинг ҳосил бўлиши ва жойлашиш қонуниятларини ўрганиш ва қўлланаётган кидирув усулларини такомиллаштиришни талаб этади.

Геофизик тадқиқотлар, геологик ишларнинг ҳар бир босқичида турли масалаларни ечишда қўлланилади. Геологик ишларга қўйилган талаблар геофизик тадқиқотларнинг ўрганиш чуқурлигини орттириш, тўсиқлар фони (муҳитларни) орасидан физик хоссалари оз фарқ қиладиган объектларни аниқлаш, фойдали қазилмаларни бевосита аломатлари бўйича излашни талаб этади.

Ихтиёрий геологик масалани ечишда бир нечта геофизик усулларнинг натижалари ишлатилади. Айниқса, мураккаб геологик масалалар геофизик усулларнинг мажмуаси (комплекси) билан ечилади ва бунда тадқиқотларнинг объекти бўйича тўлиқроқ маълумотлар олинади.

Бир нечта геофизик усулларнинг қўлланилиши (мажмуалаш) турли сабабларга боғлиқ;

1) Алоҳида усуллар билан олинган далилларни талқин қилиш натижалари бир ечимли бўлмаслигига,

2) Ҳамма қўйилган вазифаларни битта усул билан ечиб бўлмаслигига;

3) Иқтисодий томонига - қачонки юқори самарадорли, лекин қиммат баҳоли тадқиқотларнинг ўрнига самарадорлиги пастроқ бўлган, нисбатан арзон ишлар билан бирга олиб бориш зарурлигига.

Тайин геологик масалани ечишда геофизик усуллар мажмуаси ўрганиладиган районнинг физик-геологик шароитига мувофиқ танлаб олинади. Уларни танлаб олишда қуйидаги қонуниятлар таҳлил қилинади:

1. Геофизик аномалия ва геологик кесим тузилиши орасида доимий боғлиқлик бор. Геологик тузилма бўлмаган бир жинсли муҳитда геофизик аномалиялар бўлмайди ва аксинча, бир жинсли муҳитнинг таркибида қандайдир геологик тузилма ҳосил бўлганда, албатта, геофизик аномалия кузатилади. Шунинг эслатиш керакки, бир хил геологик тузилма (объект) ҳар доим геофизик аномалияси бир-бирига ўхшаш бўлади (геофизиканинг тўғри масаласи), бир-бирига ўхшаган геофизик аномалияларда эса ҳар хил геологик вазиятлар кузатилиши мумкин (геофизиканинг тескари масаласи).

2. Геологик тузилмани ташкил этувчи жинсларнинг физик хоссаларини ўзаро фарқ қилиши геофизик аномалияда аниқ акс этади.

3. Геофизик усулларнинг самарадорлиги ва ўрганиш чуқурлиги, иш жойининг геологик-геофизик шароитларини аниқлаб беради.

4. Қатламли кесимларни ўрганишда (қатламларнинг ётиш бурчаклари  $15^0$ - $20^0$  гача бўлганда) сейсморазведка, электроразведканинг электрзондлаш усуллари яхши натижа беради.

5. Тик қатламли кесимларни ўрганишда электрпрофиллаш, магниторазведка, гравиразведка, радиометрия усуллари самарали натижа беради.

Ечиладиган геологик масалалар асосида геофизик усулларнинг мақбул мажмуаси (рационал комплекси) танлаб олинади. Геофизик усулларнинг мақбул мажмуаси – бу шундай бир нечта усулларни бирга ўтказишда минимал (кичик) маблағ ва ишончли ечишга имкон берувчи тадқиқотлардир. Геофизик усулларнинг мақбул мажмуаси геологик, геохимий, гидрогеологик, муҳандис– геологик ва бурғилаш ишлари билан бирга олиб борилади. Дала геофизик тадқиқотлари бурғилаш ишлари билан бирга олиб борилиши муҳим масала ҳисобланади ва қудуқлардаги геофизик тадқиқотлари ва қудуқ атрофини ёритиш ишлари билан ажралмас бўлиши лозим. Ҳар бир тадқиқотларнинг босқичларида геофизик ва ҳамма бошқа усулларнинг бирга ўтказилиши энг мувофиқ бўлиши керак ва усуллар мажмуаси ўзгариши мумкин.

Усуллар мажмуасини танлаганда қуйидаги омилларга асосланиш зарур:

1. Мажмуага ҳар бир усул кетма-кет геологик маълумотни қўшиши ёки аниқлигини орттириш лозим;

2. Ҳар бир кейинги босқичда умумийдан хусусийга ўтиш қоидаси олиб борилади ва ўрганилаётган объектни чуқурроқ идрок этиш билан тавсифланади.

Дастлабки босқичларда геофизик ишлари ўтказилгандан сўнг ўрганилган майдоннинг аниқ физик-геологик модели (ФГМ) тузилади ва қулайлиги пастроқ ва қимматроқ усуллар қўлланилиши учун ўрганилаётган истиқболли майдон қисқартирилиши, хариталаш масштаби йириклаштирилиши лозим.

3. Тақиқотлар майдонининг ҳар хил жойларида геологик масалани ечиш қайси усулларнинг ўрганиш чуқурлиги ва ажратиш қобилияти муносиб бўлса, шу усуллар қўлланилиши лозим.

4. Бир-бирига ўхшаш геологик шароитларда тадқиқотлар ўтказиш учун ишлар тажрибасига асосланиб усуллар мажмуаси танлаб олинади.

Усулларнинг мақбул мажмуаси ечиладиган тўғри ва аниқ ифодаланган вазифалар асосида танлаб олинади. Бунда, ўрганилаётган майдон бўйича геологик маълумотлар тўплами ва геологияси ўхшаш бўлган аниқроқ ўрганилган майдонлар маълумотлари таққослаб ишлатилади.

Аввал аниқ геологик шароитда айрим геологик вазифаларни ечишда алоҳида усулларнинг қўллаш имкони баҳоланади. Сигдирувчи жинсларнинг ва бизни қизиқтирадиган объектлар орасидаги физик хоссаларининг фарқи ва уларнинг тахмин қилинган шакллари, геометрик ўлчамлари ва ётиш чуқурлиги, қалинлиги ва улар устидаги ётқиқиқларнинг таркиби, майдоннинг рельефи бўйича далилларига асосланиб физик-геологик модел (ФГМ) тузилади. ФГМ – мавҳум равишда қандайдир қўзғатувчи жинслар тўплами тушинилади, унинг умумлашган ўлчамлари, шакли ва физик хоссалари юқори даражада ҳақиқий геологик шароитни акс эттиради. ФГМ ни тузишдан асосий мақсад – шароитни математик моделлаштириш, яъни турли назарий физик майдонларни ҳисоблаш, ФГМ ни тузганда, ҳақиқий геологик объект содда геометрик шаклларга эга бўлган жисмлар билан алмаштирилади (аппроксимацияланади). Ҳар хил физик ва геометрик параметрларнинг қийматларига физик майдонларни ҳисоблаб олиш ва объектни ишончли қайд этиш, чегараланган шароитларини аниқлаб олиш учун моделнинг параметрлари аниқ қийматлар оралиғида ўзгарган ҳолда чегараланади.

Бундан сўнг тузилган ФГМ га асосланиб, ҳар бир усулнинг қўллаш имкони баҳоланади.

Муносиб геологик шароитда ўтказилган ишлар тажрибаси асосида текширув (назорат) геологик ва бурғилаш ишлари натижалари билан солиштириш йўли, баъзи ҳолларда мўлжалланган геологик кесим модели (ФГМ) учун назарий физик майдонлар ҳисоботлари билан солиштириш натижасида усулнинг геологик самарадорлигини баҳолаш мумкин.

Танланган усуллар мажмуаси вариантларининг нархлари ва қулайлиги солиштирилади.

Геофизик тадқиқотларни ўтказиш пайтида ҳақиқий геологик шароитда алоҳида усуллар мажмуасидан чиқарилиши ёки бошқа усул билан алмаштирилиши мумкин. Бундай мажмуани ўзгартиришнинг мақсадга мувофиқлиги геологик текширув ва бурғилаш ишлари асосида ҳал қилинади.

Геофизик усуллар мажмуасининг далиллари мажмуали, яъни бирга талқин қилинади ва натижалари геолого – геофизик кесимлар, схематик геологик хариталар, тузилмали схемалар билан тасвирланади. Шундай қилиб, геологик масалаларни ечиш учун геофизик усулларнинг мақбул мажмуасини танлаб олиш ишлари Г.С. Вахромесв схемасига кўра бажарилади:

- 1) Геологик масалани қўйиш;
- 2) Физик-геологик моделни (ФГМ) тузиш;
- 3) Геофизик усулларни танлаб олиш, асослаш ва тажриба-услубий ишлар билан синаб кўриш.

- 4) Натижаларни мажмуали талқин қилиш; мукамалроқ ФГМ ни тузиш; геологик ва бурғилаш ишлари билан назорат қилиш, масалани тўғри ва тўлиқ ечилиши бўйича хулоса чиқариш.

**Мажмуали геофизик далилларни геологик изохлаш услубининг умумий асослари**

Табиий геофизик майдонлар, сейсмик тўлқинлар майдони ва геоэлектрик кесимнинг асосий хусусиятларининг тўплами, ҳар бир алоҳида районнинг умумий геофизик таснифини ташкил этади. Қидирув геофизикасида ишлатиладиган бошқа маълумотларни тоғ жинсларининг физик хоссалари беради.

Геофизик маълумотларни изоҳлаш услуби алоҳида усулларга ишлаб чиқарилган; алоҳида физик параметрлар орасидаги боғланишлар (алоқалар) геофизик далилларни комплексли изоҳлашнинг асосини беради; геофизик аномалияларни геологик объектлар билан такрорий солиштиришлар геологик-геофизик моделларни белгилашга ва ўрганилаётган объектнинг орқадаги ва унинг геофизик майдонларда аксланиши, барча алоқалар (боғланишлар) қонуниятларини аниқлашга йўл қўяди.

Геофизик аномалиялар ва геологик объектлар орасидаги алоқалар шакли ва табиати бир маъноли эмас ва эҳтимолли хусусиятга эга. Турли ҳудудларда ҳар хил боғланишлар кузатилгани сабабли уларни қонун сифатида ишлатиб бўлмайди.

Изоҳлаш тажрибаси асосида бир нечта эҳтимолли боғланишлар, пастулатлар ифодаланган ва кўп тадқиқотчилар томонидан қабул қилинган ва геофизик далилларни геологик изоҳлашда ишлатилади.

1. Геофизик таснифи ўзига хос бўлган участкалар геологик тузилиши билан фарқ қилади. Ҳар бир ишончли геофизик аномалияга геологик тушунтириш топилиши лозим.

Бундан чақадик; ҳамма геофизик аномалиялар ва уларнинг зоналари геологик тузилишларда ҳисобга олиниши керак, тузилмали-тектоник, геологик ва бошқа хариталарда акс этдирилиши лозим.

2. Бир турдаги геологик объектлар (бурмалар, интрузиялар в.х.к), айниқса турли ҳудудларда жойлашганда ва аксланувчи геофизик аномалиялар орасида ўзгармас стандартли ўзаро нисбатлар бўлмайди. Бу қоида ҳар бир районда ўзининг боғланишларини ўрганишни талаб этади, шошилув экстрополяцияни, солиштириш ва оддийлаштиришни ўтказишда эҳтиёт қилади.

3. Геологик объектлар физик хоссалар бўйича сиғдирувчи (ўз ичига олган) жинслардан қанча кўп фарқ қилса, аксланган геофизик майдон шунча кўзга ташланадиган фарқ билан кузатилади, аномал самарасининг кескинлиги шунча юқори бўлади. Аномалияни ҳосил қилувчи объектнинг шакли, ётиш чуқурлиги, қалинлиги, экранлашиш ҳодисалари қўшни объектлар ва бошқа тўскинликлар таъсири аномал самарасининг кучлигига ҳам боғлиқ бўлади ва бу тўғри боғланишни мураккаблаштиради.

Магматик ва кимёвий ётқизиқлардаги контактларга (тушунган жойларга) одатда физик хоссаларнинг терриген, карбонат ва метаморфик қалинликларга нисбатан кескин бўлим чегаралари тўғри келади. Турли (комплекслар) мажмуалар жинсларининг орасидаги контактларига физик хоссалар ундан ҳам муҳим бўлим чегаралари боғланган.

4. Сейсмик ва электроразведка усуллари горизонтал-қатламли геологик объектларни ажратишда юқори қобилятга эга, гравиразведка ва магниторазведка – тик қатламли объектларни ажратишда юқори қобилятга эга. Қиялик бурчаги  $25-30^{\circ}$  ва ундан ҳам ортиқ ётган муҳитларни, сейсморазведка ва электроразведкада тик қатламли деб қўрилади. Бундай муҳитларни сейсморазведка ва электроразведка тадқиқотларининг услуби ҳали яхши ўрганолмаган.

5. Таянч сейсмик ва электрик бўлим чегаралари қатламланиш, ювиш ёки номослик юзаларни таърифлайди. Бу чегараларни дастлабки ётиши горизонтал бўлган, замонавий шакли кейинги тектоник дислокациялар йиғиндиси таъсирида шартли қилинган. Таянч горизонтлар жинсларнинг литологик таркиби кескин ўзгарган ёки чўкиндилар ҳосил бўлишининг танаффус даври юзаларига тўғри келади ва ҳудуднинг тектоник ҳаётидаги қайсидир босқичнинг бошланиши ёки охирини таърифлайди.

6. Сейсмик ва электрик кичик қиялик билан ётган чегараларни пастки тик ётиш чуқурлиги пойдевор юзасига тўғри келади. Бундан ҳам катта чуқурликда ётган ишончлик билан кузатилган кичик қиялик чегаралар жуда кам учрайди.

7. Геофизик аномалияга геологик объектнинг тик қалинлигини таъсири муҳим. Тик қалинлик гравитацион, магнит ва геоэлектрик аномалиялар кескинлигига ва сейсмик ва камрок электр қидирув усулларининг ажратиш қобилиятига таъсир этади.

8. Геофизик далиллар бўйича геофизик реперлар ётиш чуқурлиги аниқ ҳатолар билан баҳоланади. Аниқ натижалар – сейсмаразведка маълумотлари бўйича олинади. Улар мажмуали изоҳлашда таянч далиллар сифатида ишлатилади. Электроразведкада, таянч горизонтларнинг ётиш чуқурлигини катта қийматлар оралиғида аниқлайди. Гравитацион ва магнит аномалияларни ҳосил бўлишига кўп омиллар таъсир этгани сабабли объектлар ётиш чуқурлиги катта ҳато билан аниқланади.

9. Магнит, гравитацион ва бошқа геофизик аномалияларнинг шакли ва йўналиши геологик тузилмалар шакли ва йўналиши билан мустақкам боғланган ва уларни акс эттиради. Гравитацион ва магнит аномалияларининг йўналиши бурмаланиш зоналари, тектоник бузилишлар ва чизикли бўлақларнинг йўналишини аниқ таърифлайди. Доирали аномалиялар магматик жинслар массивларини, туз ва бошқа гумбазларни, доирали тузилмаларни акс этдиради.

10. Ўзига хос геофизик майдонларнинг участкалари чегаралари чизикли хусусиятга эга, шунинг учун бундай участкаларнинг контурлари одатда бўлақлар, чегаралари деб кўриб чиқилади.

11. Аномалияларни ёлғиз қатори узилмани акс эттиради, максимумлар ва минимумлар чизикли-чўзиқ йўл-йўлларнинг ёки чизикли-чўзиқ антиклиналар ва синклиналарнинг навбатлашганлиги чизикли бурмаланган тузилмани таърифлайди. Бу қоида пойдеворни ва бурмаланган майдонларни тектоник районлаштиришда муҳим маънога эга.

12. Ҳар хил усуллар билан аниқланган аномалияларнинг жойлашиши ва йўналиши тўғри келмагани, одатда, пойдеворнинг ва юқорида ётган ётқиқиқларнинг тузилмани планлари тўғри келмаганлигини кўрсатади. Бунда сейсмик ва электрик горизонтларга тўғри келган қалинликларнинг тузилмани плани, уларнинг ўзаро ҳолатидан баҳоланади; чуқурроқ ётган ётқиқиқларнинг тузилмани плани гравитацион ва магнит аномалиялари бўйича баҳоланади. Магнит ва гравитацион аномалияларнинг йўналиши тўғри келмагани, катта чуқурликдаги ётқиқиқларда тузилмани қайта қурилмалар бўлганини кўрсатади.

13. Геофизик аномалияларни таққосланиши тектоник тузилмаларнинг ривожланишида меросхўрлик даражасини баҳолашга имкон беради. Магнит ва гравитацион аномалияларнинг таққосланиши, пойдевор ёки оралиқ тузилмани қаватидаги магматик жинслар таъсирида аномалиялар ҳосил бўлганини билдиради.

14. а) Геофизик далиллар тўплами бўйича комплексли изоҳлашда пойдевор ва юқорида ётган тузилмани қаватлардаги пликтив ва дизъюнктив дислокацияларнинг тузилмани плани ва умумий морфологияси баҳоланади.

б) Пойдеворнинг ва устидаги кесимнинг таркиби, қатлам ва чегаравий тезликлар, электрик қаршилиқлар, ҳисобланган ортиқ зичлик ва магнит хоссалари бўйича баҳоланади.

15. Геофизик далилларни талқин қилиш натижасида аномалияни ҳосил қилувчи геологик объектларнинг ёшини баҳолаш имкони яратилади. Бунда сейсмик ва электрик горизонтларни ўзаро ҳолати бўйича ёшини баҳолаш мумкин.

### **Ҳудудий (регионал) геофизик тадқиқотлар.**

Ҳудудий тадқиқотлар 1:1000000, 1:500000 ва ундан майда масштабда олиб борилади. (1:200000 гача).

Ҳудудий тадқиқотларнинг вазифалари;

- 1) Ер пўстининг чуқурликдаги тузилишини ўрганиш;
- 2) Геотектоник районлантириш;
- 3) Чуқурли тузилмалар билан Ер пўстининг юқори қисмидаги қатламларнинг тузилиши ва уларда фойдали қазилмалар жойлашиши орасидаги боғланишларни аниқлаш.

Худудларнинг (регионал) чуқурлик тузилиши бўйича асосий маълумотлар манбалари, сейсмик ва майда масштабда гравиметрик ишлари, камроқ-электроразведка (МТП, МТЗ ва бошқа), аэрокосмик (магнитли, электромагнитли, гравитацион), аэро (магнитли, гравитацион, термин) ва денгизда (магнитли, гравитацион, сейсмик) хариталаш далиллари ҳисобланади.

Ер пўстининг сейсмик тадқиқотлари ўзига чуқурли сейсмик зондлашни (азмийишлашни) – ГСЗ, синган тўлқинлар ва қайтган тўлқинлар усуллари билан кесмалашни, саноат портлатишлар ёрдамида қўзғатилган тўлқинларни қайд қилиш, узоқ ва яқин зилзилалардан ҳосил бўлган алмашув тўлқинларини (МСВЗ-русча) қайд қилишни (зилзилашунослик) киритади. Сейсмик кесмаларни узунлиги бир неча юз ва минг км гача бўлади, қитъалар ва океанлардаги асосий геотектоник соҳаларни кесиб ўтадилар. Сейсмик тадқиқотлари асосида литосферанинг эластик хоссалари бўйича вертикал ва латерал тузатилишининг ҳар хиллиги ўрганилади.

Ер пўстининг вертикал кесими бир жинсли бўлмаган қатламлик табиати билан аксланади. Мохорвичич юзасига тўғри келган Ер пўстининг таги, қийматлари 7,6 км/с дан 8,7 км/с гача бўлмаган тўлқин тарқалиш тезлигидан кескиндр.

Тоғлараро ботиклар, мегаантиклинорийлар, улар орасида антиклинорийлар ва синклинорийлар ажратилади. Худудий хариталашда ГСЗ, ГСП, КМПВ ва УЧН усуллар далиллари таянч далиллари ҳисобланади. Океанларда Буге аномалияси  $\Delta q_B (+300 \div 400)$  мгал гача, континентал шелфи текисликларида ва паст тоғ соҳаларида  $-(\pm 100)$  мгал, баланд тоғларда  $-(-500)$  мгалгача бўлади.

Электроразведка усулларида катта чуқурликни магнитотеллурик усуллари (МТЗ, МТП) ёрдамида ўрганиш мумкин. Улар ёрдамида 600-700 км гача чуқурликдаги геоэлектрик ўзгаришга олиб келувчи чегаралар аниқланади. Чўкинди ётқирикларда (ғилофда) Р-тўлқин тезлиги 1.5 дан 4.5 км/с гача. Тезлик ўзгариши чўкинди ётқирикнинг қалинлиги ва таркиби ҳар хиллиги билан боғлиқ. Консолидирланган (цементлашган) пойдевор тезлики 5,0 ÷ 6,4 км/с дан 6,9-7,0 км/с гача бўлган қийматлари билан таърифланади. Континентлардаги «Гранит қатлами» деб аталган Ер пўстининг юқори қисмида тезлик  $V_p = 5,5 \div 6,3 \text{ км/с}$  «Базалт қатламли» деб аталган Ер пўстининг пастки қисмида  $V_p = 6,5 \div 7,6 \text{ км/с}$  бўлади.

Литосферанинг латерал ҳар хиллиги (бир жинслик эмаслигига) Ер пўстининг ва унинг қатламлари қалинлиги, улардаги тезликлар ўзгаришида намоён бўлади. Чуқурлик тузилиши ҳар хил бўлган Ер пўстининг энг йирик элементлари қитъалар, океанлар ва оралик зоналар ҳисобланади. Континентлар Ер пўстининг қалинлиги 30-75 км, океан ҳавзаларида – 15 км дан ортмайди. Океаник Ер пўстида "гранит қатлам" йўқ ва базальт қатламининг тезлик таърифи континентал турига нисбатан бошқача бўлади.

Ер пўстининг максимал қалинлигини континентлардаги баланд тоғлар тагида, минимал қалинлиги эса, қадимий платформаларда кузатилади.

Сейсмик далиллар асосида Ер пўстининг тузилиши ва эластик хоссалари фарқланиши бўйича алоҳида қатламларга ажратилади, Ер ёриқлари зоналари аниқланади.

Ер юзасидаги оғирлик кучи аномалияларида Ер пўстининг остки юзаси, алоҳида қатламларнинг қалинлиги ва таркиблари аксланади. Шунинг учун сейсмик далилларни қўшни майдонларга тарқатиш мумкин. Оғирлик кучининг Буге аномалиялари ва Ер пўсти қалинлиги орасидаги аниқланган эмперик боғланишини ишлатиб, гравиметрик далиллар бўйича Мохоровичич юзаси ётиш чуқурлигининг харитасини тузиш мумкин.

$H_M = 30 - 0,1 \cdot \Delta q_B$  - Мохо чегарасини ётиш чуқурлигини аниқлаш Андреев формуласи (континентал текисликлари учун).

Ер пўстининг ички тузилишини ўрганиш учун гравиразведка қўлланилиши мумкин. Қўлланиш асоси – Ер пўстини ташкил қилган қатламларнинг зичлигини фарқ қилишида. Консолидирланган пойдеворнинг зичлиги  $2,80 - 2,81 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$  қийматлари билан баҳоланади,

чўкинди ётқизикларда  $2,4 \frac{\text{с}}{\text{см}^3}$  га тўғри келади. Чуқурлиги 0 дан 20 км гача ораликда ётган гранит қатламининг зичлиги  $2,7 \frac{\text{с}}{\text{см}^3}$  билан таърифланади, 40 км чуқурликда зичлик  $2,9 \frac{\text{с}}{\text{см}^3}$  гача ортади. Чуқурлиги 40 км гача ётган базальт қатламида  $\sigma = 2,9 \frac{\text{с}}{\text{см}^3}$  чуқурлик 60 км гача ортаганда зичлик  $\sigma$  аста секин  $3,1 \frac{\text{с}}{\text{см}^3}$  гача ортади. Ер юзасида оғирлик кучининг тақсимланиш далиллари Ер пўстининг чуқурлик тузилиши ҳар хил бўлган участкалар чегараларини аниқлашга, тектоник районлантиришга ва алоҳида қатламларнинг таркибини ўрганишга хизмат қилади. Платформалар соҳалларини тектоник районлантиришда ҳар хил тузилмалар: Кўтарилмалар, ботиклар, валлар; геосинклиналларда чекка ва чегараларни кузатиш мумкин. МТП ва МТЗ профиллар бўйича кузатувларини бошқа тадқиқотлар комплексида, ҳудудларнинг чуқурлик тузилиши бўйича қўшимча маълумотлар олиш учун ўтказилади.

МТП майдон хариталаш ишлари МТЗ билан бирга ва алоҳида профиллар бўйича азмойишларни кристаллик пойдеворнинг юзасини ва чўкинди ётқизикларни тузилишини аниқлаш мақсадида ўтказилади.

Ҳудудларнинг магнит майдоннинг табиатига Ер пўсти юқори қатламларининг тузилиши ва таркиби таъсир этади. Магнит хариталаш (майда ва ўрта масштабли) тектоник районлантиришда ва юзаки ҳамда чуқур тузилмалар орасидаги боғланишларни ўзига хос омиллари бўйича, Ер пўстининг бўлаклари чегаралари, ҳудудий мажакланган зоналари, таркиби ҳар хил бўлган магматик формацияларнинг тақсимланиш майдонлари ажратилади.

Магнит хариталаш асосида океан тагининг ўсиши натижасида океаник пўст ҳосил бўлиш механизми; Ер магнит майдонининг инверсиялари тўғрисида муаммо ўрганилади (палеомагнит усули бўйича). Ҳудудий геофизик тадқиқотлар натижасида физик майдонлар майда масштабда хариталанади, геолого-геофизик кесимлар тузилади, Ер пўсти ва алоҳида қатламлар қалинлиги хариталари, тузилмалар тектоник схемалар тузилади. Бу далилларни таҳлил қилиш натижасида фойдали қазилмалар жойланиши бўйича хулоса чиқарилади ва истикболли майдонлар белгиланади.

### Ўрта масштабли геологик хариталаш

Ўрта масштабли геологик хариталашда геофизик усуллар кенг қўлланилади ва геологик ишлардан олдин ўтказилади. Чўкинди ётқизикларнинг қалинлиги катта бўлган ёки тузилиши икки-уч қаватли бўлган ёпиқ районларда геофизик далиллари пастки қаватларнинг тузилиши ва таркиби бўйича маълумотларни ягона манбаи бўлиб қолади. Юзада яхши ўрганилган ёки очик ҳудудларда геофизик усуллар тўлиқ (ҳажмли) геологик хариталаш учун ҳам қўлланилади.

Ўрта масштабли хариталашда геофизик ишлар комплексига 1:200000-1:100000 масштабли аэромагнит, гравиметрик хариталашлар, майдонли ёки таянч профиллар бўйича электроразведка ишлари (ВЭЗ, ЗСМ, МТП, МТЗ), таянч профиллар бўйича ўтказиладиган сейсмаразведканинг (КМПВ) синган тўлқинлари ва (МОВ) қайтган тўлқинлар усуллари киради.

Платформа майдонларда геофизик усуллари ёрдамида қуйидаги вазифалар ўрганилади;

- 1) Пойдеворнинг устки рельефи;
- 2) Пойдеворнинг таркиби ва тузилмалари;
- 3) Чўкинди ётқизикларнинг (чехолнинг) тузилиши ва таркиби.

Биринчи ва иккинчи масалаларни ечишда, асосан, магнит ва гравиметрик хариталаш далиллари ишлатилади. Чунки чўкинди жинсларга нисбатан пойдеворни тузувчи жинсларни магнит хоссалари ва зичлиги бўйича бир-биридан (таркиби бўйича) кескин фарқ қилади.

Электр зондлаш ва сейсморазведканинг (КМПВ) синган тўлқинлари усули 10-20 км ораликдан ўтказилган алоҳида кесмалар бўйича олиб борилади. Пойдевор юзаси таянч электрик ва синдирувчи чегара бўлгани учун бу усуллар пойдевор юза рельефини аниқлашга имкон беради ( $V_r = 5,0 \div 6,4_{\text{дан}} 6,9 - 7,0 \text{ км/с}$  гача,  $\rho$ -катта).

Чўкинди қопламанинг тузилиши ва таркибини ўрганиш электроразведка ва сейсморазведканинг қайтган тўлқинлар (ОГТ– умумий чуқур нукта) усуллариининг самараси юқори бўлади.

Аэромагнит хариталаш далиллари бўйича платформалардаги палеозойдан олдинги пойдевор юзаси билан боғлиқ бўлган аномал майдон манбаларининг ётиш чуқурлигини аниқлаш мумкин.

Икки қаватли пойдевор ёки ёш магматизм таъсир этган платформаларда ҳисобланган чуқурликлар қадимий пойдеворнинг юзаси ёки юқори қаватларга тўғри келиши мумкин.

Юқори аниқли магнитли хариталашлар тузилишида кучли магнитланган горизонтлар иштирок этган бурмаланган тузилмаларни ажратишга ишлатилади. Магнитли хариталаш маълумотларига асосан, пликатив тектониканинг характери белгиланади ва тузилманинг гумбазидаги магнитли горизонтнинг ётиш чуқурлиги аниқланади.

Пойдеворнинг тузилишини ва таркибини ўрганиш учун магнитли ва гравиметрик хариталаш далиллариини комплексли (биргаликда) талқин қилиш керак. Магнит аномалияларини геологик табиатини аниқлаш учун оғирлик кучи майдони тақсимланиш далиллари ишлатилади (чунки жинслар зичлигининг ҳар хиллиги гравитацион майдонда аксланади).

Кўмирга ва нефтга истиқболли соҳаларда платформанинг чўкинди қопламасининг тузилишини ўрганиш учун майдонли электроразведка ишлари ўтказилади. Профилли электроразведка ишлари сейсмик тадқиқотлари билан бирга иложи борица чуқур геологик бурғилаш профилларига тўғри келадиган таянч кесмалари бўйича ўтказилади. Қоплама жинсларни қалинлиги кичик бўлганда ва ўзгармас электр токини ўтишини экранлантирувчи ётқизиклар (карбонат ва туз қалинликлари, эффузивлар) бўлмаганда ВЭЗ ёки ДЗ ўтказилади. Катта чуқурлик ўрганилганда ва электр қаршилиги катта бўлган қалинлик бўлганда, кўпроқ магнитотеллурик усуллари ЗСМ (электрмагнит майдонни барқарорланиш жараёнида зондлаш) қўлланилади. Кўмир ва нефтга истиқболли районларни ўрта масштабли геологик хариталашда сейсморазведка мажбурий ишлар тури ҳисобланади.

Чекка ботиқларда геофизик усуллар, асосан чўкинди қопламани тузилиши ва таркибини ўрганишда қўлланилади. Ботиқларда чўкинди қатламлар нисбий тик бурчаклар билан ёки номос бурчаклар билан ётади. Ботиқларнинг ташқи зоналари гравиметрик ва юқори аниқли магнит хариталаш маълумотлари асосида ўрганилади. Ажратилган тузилмаларнинг ётиш ҳолати электрзондлашлар ва сейсморазведканинг қайтган тўлқинлари (ОГТ) ёрдамида аниқроқ ўрганилади. Ботиқларнинг ички зоналарини алоҳида кесмалар бўйича электрзондлашлар ва сейсморазведканинг ОГТ усули билан ўрганиш самараси юқорироқ бўлади.

Тоғлараро ботиқликларни ўрганишда геофизик усулларнинг комплекси ва ечиладиган масалаларни хусусияти платформа майдонлардаги тадқиқотларга ўхшаш бўлади. Ботиқликларни тўлдирган ва тагида ётган (пойдевор юзасида кўпинча қалин оксидланиш ва нураш пўсти ривожланган бўлади) жинсларнинг хоссалари кам фарқ қилгани сабабли ботиқларнинг пойдевор рельефини ва терриген қалинликлари таркибини ўрганишга йўналтирилган усулларнинг самарадорлиги пасаяди.

Бурмаланиш зоналарида туб жинслар очилган ҳолда ёки қалинлиги кичик бўлган чўкинди ётқизиклар билан ёпилган ҳолда ётади. Бу ерда уларни ўрганиш учун асосан магниторазведка ва гравиразведка қўлланилади. Очiq районларда қўшимча маълумотлар ўрта масштабли аэрогамма спектрометрик хариталаш натижасида олинади. Илгари ўтказилган ишлар асосида истиқболлиги аниқланган майдонларда сейсморазведка ва электрзондлаш тадқиқотлари таянч профиллари бўйича олиб борилади.

Геофизик ишларга қуйидаги вазифалар киради:

- 1) дизъюнктив ва пликатив тузилмаларни ажратиш;
- 2) Интрузив массивларни хариталаш, уларнинг ётиш ҳолатини ва эрозия (емирилиш) юзасини аниқлаш;
- 3) Эффузив жинслар тарқалган майдонларини хариталаш ва морфологиясини аниқлаш;

4) Метоморфизмга учраган чўкинди ёткизикларнинг литологик – фациал хусусиятини аниқлаш.

Ўрта масштаби геофизик тадқиқотларнинг натижалари турли физик майдонлар хариталари, пойдеворнинг устки чегарасининг изогипс хариталари, пойдеворнинг геологик-тузилмали схематик хариталари, тузилмали-тектоник схемалар ва таянч профиллар бўйича геолого-геофизик кесимлар билан акс этдирилади.

Геофизик, геокимёвий ва геологик ишлар натижасида 1:200000 масштаби схематик башорат хариталари тузилади. Уларда биринчи навбатда йирик масштаби қидирув ишлари олиб бориладиган майдонлар ажратилади.

### **Йирик масштаби геологик хариталаш (қидирув хариталаш).**

Аниқ (муфассал) геофизик ишларда ва разведкада йирик масштаби геологик-хариталаш ёки қидирув ишлари ва аниқ разведка ишлари олиб борилади (масштаб 1:50000 ва ундан ҳам йирик).

Йирик масштаби хариталашлар қидирув ишларига йўналтирилган бўлиб ва олдин ўтказилган ўрта масштаби ишлар натижасида истиқболлиги аниқланган майдонларда олиб борилади. Геофизик усулларнинг асосий вазифаси-конларни ва алоҳида маъдан жисмларни геологик тузилиш хусусиятлари билан боғлиқлигини ўрганишдир. Ишлар кондан кам битта фойдали қазилма конини қидиришга йўналтирилган бўлади. Шунинг учун усуллар мажмуасини танлаганда ва геофизик хариталаш далиллари изохлашда, районда маълум бўлган ва кутилаётган турли конларнинг маъдандорлик геологик омилларини ҳисобга олиш лозим.

Аниқ қидирув (муфассал) ва қидирув-баҳолаш ишларида коннинг ўзига хос хусусиятлари ҳисобга олиниб хариталаш ўтказилади. Шунинг учун геофизик ишлар мақсадга қаратилганлиги билан таърифланади ва маълум конлардаги ишлар тажрибаси ва иш ўтказиш шароити ҳисобга олинади.

Геофизик ишлар иккита босқичда ўтказилади. Биринчи босқичда масштаби 1:50000-1:25000 бўлган комплексли аэрогеофизик хариталашлар олиб борилади. Улар ёрдамида қисқа вақт давомида ва нисбатли кичик харажатлар билан катта майдонлар бўйича геологик маълумотлар олинади. Аэрогеофизик хариталашлар геологик ишларидан 1-2 йил олдин ўтказилади. Иккинчи босқичда геофизик ишлар геологик хариталаш билан параллел олиб борилади ва геологик усуллари билан вазифани ечиш самарадорлиги паст бўлган ёки вазифани ечишда бурғилаш ишларни катта ҳажмда талаб қиладиган майдонларда ўтказилади.

Чўкинди, чўкинди-вулканоген ва (регионал) ҳудудий метаморфизмга учраган ёткизиклар ривожланган жойларда геологик вазифаларнинг ўзига хос хусусиятини ва жинсларнинг физик хоссаларини инобатга олиб, геофизик усулларнинг мажмуасига қараб чиқилади.

Чўкинди ёткизиклар ривожланган майдонларда жинслар нисбатан кичик бурчак билан ётади ва эластик, электрик ва радиоактивлик хоссалари билан фарқ қилади. Жинслар ҳар хил литологик таркибий турли зичлиги ва магнит қабул қилувчанлиги билан фарқ қилади.

Геофизик усуллар қуйидаги масалаларни ечишда қўлланилади:

- 1) Чўкиндиларнинг қалинлигини литологик ва стратиграфик ажратиш;
- 2) Пликатив тектоникани ўрганиш;
- 3) Узилмали бузилишларни ажратиш;
- 4) Пастки қаватнинг юза рельефини ва уни тузувчи жинсларнинг таркибини аниқлаш.

Биринчи учта масалаларни ечишда, тадқиқотларнинг мажмуасида етакчи ўринни электроразведканинг ҳар хил усуллари ва сейсморазведка эгаллайди. Магниторазведка ва гравиразведка фақат юқори аниқлик билан хариталаш ўтказилганда самарали натижа беради ва бурмаланган тузилмаларни, жинсларни литологик-фациал ажратишда ва кристаллик пойдеворни таркибини аниқлашда қўлланади.

Жинсларнинг таркиби электр кесмалаш далиллари асосида ажратилади. Жинсларнинг контактларини ҳолати туюлувчи қаршилиқ  $\rho_k$  қиймати кескин ўзгариши ёки  $\rho_k$

графикларининг хусусияти бўйича аниқланади. Симметрик қурилма билан ўтказилган электр кесмалаш далиллари пликатив ва карст тузилмаларини ажратишда ишлатилади. Карстлар ривожланган жойлари қаршилиги кичик бўлган соҳалар билан кузатилади. Пликатив тузилмалар қаршилиқ қийматлари пасайиши ёки ортиши билан характерланади. Бу эса тузилма ядроси ва қанотларини ташкил этган жинсларнинг электрик хоссаларининг фарқига боғлиқ.

Қатламларнинг ётиш бурчаги  $15-20^{\circ}$  гача бўлган бурмаларни хариталашда электрзондлашлар (ВЭЗ, ДЭЗ, УЗ) яхши натижа беради. Терриген жинслар орасида кичик қаршилиқлар ва бир жинслиги билан таърифланган гиллар ва гилли сланецлар энг яхши таянч горизонтлар ҳисобланади (уларнинг  $\rho$  қиймати кичик бўлади 10 ом м гача).

Гипслар, ангидритлар, туз қатламлари, қалин оҳактошлар қаршилиги юқори таянч горизонтлар бўлиб хизмат қилади. Кристаллак пойдеворнинг устига чегараси яхши таянч чегара ҳисобланади. Унинг қаршилиги юқори бўлади. Олинган далиллар асосида геоэлектрик кесимлар ва таянч горизонтлар бўйича тузилмали хариталар қурилади. Электрик чегараларни табиатини аниқлаш учун ВЭЗ билан сийрак тармоғи бўйича бурғилаш ишлари бирга олиб борилади.

Кўмирлашган ва графитлашган горизонтларни ажратиш ва кузатишда табиий потенциаллар (ПС, ЕП) ва ундалган потенциаллар (ВП) усуллари билан электромагнит қўлланилади, улар кичик бурчаклар билан ётганда ВЭЗ-ВП усули қўлланади ( $\eta_k$  қийматлари катта бўлади).

Геосинклинал зоналарда бурмаланган қатламларнинг ётиш бурчаклари тик бўлганда гравиразведка ёрдамида хариталанади. Чўкинди жисмлар радиоактив хоссалари бўйича фарқ қилганда ва улар устидаги бўшоқ ётқизиклар қалинлиги 2 м гача бўлганда аэрограмма-спектрометрик хариталаш қўлланилади.

Сейсморазведканинг УЧН (ОГТ) усули фақат кидирув бурғилаш далиллари билан истиқболлиги тасдиқланган майдонларда қўлланилади. Пастки ётқизиклар рельефини ўрганишда синган тўлқинлар усули (КМПВ) қўлланади. Вулканоген ётқизиклар ривожланган майдонларда геофизик усуллари ёрдамида қуйидаги вазифалар бажарилади.

- 1) Вулканоген ётқизиклар тарқалган майдонларни ажратиш;
- 2) Уларни таркиби бўйича ажратиш;
- 3) Вулканик ва субвулканик жинсларни ҳосил бўлиш шароитини ва шаклини аниқлаш.

Вулканоген жинслар магнит, радиоактивлик хоссалари ва зичлиги бўйича катта фарқ қиладилар. Шунинг учун ҳамма вазифаларни ечишда, асосан магниторазведка, гравиразведка ва гамма-хариталаш қўлланилади.

Вулканоген жинсларнинг магнит хоссаларининг ўрта қийматлари баланд бўлади ва нордон турларидан асосли турларгача ортиб боради. Уларда қолдиқ магнитланганлик ( $I_r$ ) қиймати катта ва йўналиши кенг оралиқда ўзгаради. Шунинг учун вулканоген жинслар ривожланган майдонларда кескин дифференциаллашган (фарқланувчи) магнит майдонлар кузатилади. Қоплама ва вулканоген жинсларнинг чегаралари магнит майдон хусусияти ва кескинлиги кескин ўзгариши бўйича аниқланади.

Вулқонлар изометрик  $\Delta T, \Delta Z, \Delta g$  аномалиялари билан кузатилади. Улар бўғизнинг марказ қисми, одатда, манфий  $\Delta T, \Delta Z$  аномалиялари билан ажратилади.

Гравиразведка асосан вулканоген жисмларни морфологиясини ўрганишда ва эффузив қопламаларнинг қалинлигини баҳолашда ўтказилади. Бунда кальдералар, депрессиялар ва вулкан қурилмалари таркиби нордон жинслар билан тузилган ҳолда, маҳаллий манфий  $\Delta g$  аномалиялари билан кузатилади. Таркиби асосли бўлган эффузив жинслар  $\Delta g$  нинг ортиши билан аксланади.

Чўкинди ва метаморфизмга учраган чўкинди жинслар орасида ётган эффузивларни хариталашда электр кесмалаш ўтказилади. Эффузив жинсларнинг чўкиндилар билан контакти  $\rho_k$  нинг ортиши билан қайд этилади.

Вулканоген жинслар билан уран конлари боғлиқ бўлиши мумкин. Шунинг учун вулканоген ётқизикларни хариталашда аэро ва дала гамма – хариталаш албатта ўтказилади. Очiq районларда радиометрик далиллари жинсларни таркиби ва ҳосил бўлиши бўйича ажратиш учун хизмат қилади.

Сейсморазведка кам ишлатилади, асосан вулқоннинг гумбазсимон тузилмаларини ажратишда ва эффузив қопламаларнинг остки чегарасини хариталашда қўлланилади. Вулканоген қурилмаларнинг устки чегарасидан қайтган тўлқинлар кузатилмайди. Уларнинг остки чегараларидан кучли қайтган тўлқинлар кузатилади ва узун қайтариш чегаралар ҳолати билан белгиланади.

Интрузив жинсларни хариталашда геофизик усуллар қуйидаги масалаларни ечишда қўлланилади:

- 1) Интрузив мажмуаларда алоҳида жинсларни ажратиш;
- 2) Интрузив жисмларнинг шаклини ва массивининг емирилиш чуқулигини аниқлаш;
- 3) Интрузивларни ички тузилишини ўрганиш;
- 4) Контактли метоморфизм ва гидротермал ўзгариш зоналарни ажратиш.

Бу масалаларни ечишда гравиразведка ва магниторазведка етакчи ўринни эгаллаган, улар аэрогамма хариталаш билан бирга олиб борилади.

Ўта асосли жинсларнинг зичлиги ва магнитланиши, уларни серпентинланиш даражасига боғлиқ. Ўзгармаган гипербазитлар мусбат оғирлик кучи аномалиялари билан кузатилади ва магнит майдонида деярли акс этмайди. Серпентинлашган жинслар устида кескинлиги юқори кучли дифференциаллашган магнит майдонлари кузатилади, лекин улар устида мусбат оғирлик кучи аномалиялари ҳар доим кузатилмайди. Асосли интрузиялар қиймати юқори бўлган  $\Delta T, \Delta Z, \Delta g$  аномалиялар билан кучсиз-магнитли нордон интрузиялар кучли магнитли жинслар (асосли, ўта асосли) орасида ётганда магнит майдони пасайган зоналари билан хариталанади. Кўпинча уларни магнит хоссаси паст бўлган жинслар орасида ётган ҳолда, контакт зонасида магнетит борлиги (атрофдаги жинсларни скарнланиш ва «роговикланиши» натижасида магнетит ҳосил бўлади) туфайли ажратиш мумкин. Йирик гранит массивлар устида оғирлик кучи майдони камаяди (манфий  $\Delta g$  аномалиялар кузатилади).

Таркиби ишқорли ўта асос интрузиялар кучли изометрик магнит ва гравитацион аномалиялари билан кузатилади. Нефелинли сиенит интрузиялари паст гравитацион ва юқори (юзлаб нано тесла)  $\Delta T$  аномалиялар билан кузатилади.

Сиенитлар ва граносиенитлар устида  $\Delta g$  майдони пасаяди (кичик қийматлар) ва кучли магнит аномалиялари кузатилади.

Интрузив жинсларни чўкинди ва метаморфизмлашган чўкинди жинслар орасида ётган ҳолда электр кесмалаш усули билан хариталаш мумкин. Бу усул кичик интрузияларни анклашда мақулоқ, чунки улар магнит ва гравитацион майдонларда акс этмайди.

Интрузив жинслар ва алоҳида мажмуаларнинг ичидаги контаклари электр майдоннинг кескинлиги ёки хусусияти кескин ўзгарадиган зоналари бўйича ўтказилади.

Геофизик далиллар интрузив мажмуаларни фациялари ва жорий этиш фазалари бўйича ажратишда ишлатилади. Кўп районларга жорий этиш дастлабки фазаларидан сўнги фазаларигача, массивларнинг марказ қисмидан чекка фацияларгача зичликни, магнитланиши ва жинслардаги радиоактив элементлар миқдори ўзгариш қонуниятлари аниқланган. Бу масалаларни ечишда магнит ва гамма усуллари қўлланилади. Катта чуқурликда ётган туб жинсларни хариталашда радиоактив усуллар ўрнига юқори аниқли гравиразведка қўлланилади. Геофизик ишларни дала вариантыда ўтказиш маъқул, чунки баландлик билан майдонларнинг фарқи кўринарли даражада камаяди.

Интрузив массивларнинг шакли гравиметрик хариталаш ва сейсморазведканинг ОГТ далиллари асосида ўрганилади. Бу ишлар алоҳида профиллар бўйича олиб борилади. Кесимдаги массивнинг ҳолати унинг оралиғида қайтарувчи чегаралари йўқлиги билан қайд қилинади.

Ҳудудий (Регионал) метаморфизмлашган жинслар ривожланган жойларни хариталашда (Балтика, Украина, Олдон қадимий шитларида) очилган майдонлар кам бўлгани учун геофизик

усуллари кенг қўлланилади. Очиқ майдонларда жинсларнинг олдинги таркиби, текстураси, тузилмалари, пликтив ва дизъюнктив тектоникасининг кучли таъсирида геологик хариталаш қийин бўлгани учун, геофизик усуллари кенг қўлланилади.

Метаморфизмнинг паст даражаларидаги жинсларнинг физик хоссалари, асосан, ётқизикларнинг дастлабки таркибини акс этади.

Мажмуанинг асосий усуллари магнитометрик ва гравиметрик хариталашлар (масштаби 1:50000-1:25000) ҳисобланади. Аэромагнит хариталаш самарали натижалар беради. У билан таркиби ҳар хил бўлган жинслар, бурмаланган тузилмалар ва тектоник бузилишлар ажратилади. Бурмалар тузилишида иштирок этган, асоси эффузивлардан ҳосил бўлган метаморфик магнитли горизонтларни кузатиш асосида бурмаланган тузилмалар ажратилади. Улар  $\Delta T, \Delta Z$  нинг катта қийматлари билан белгиланади.

Аэроэлектромагнитли хариталашларнинг узун кабел (ДК), диполли индуктив кесмалаш (ДИП), айланувчи магнит майдони усули (ВМП) мавжуд. ВМП усулида иккита ўқлари ўзаро бир-бирига перпендикуляр ўрнатилган магнит моментлари бир хил бўлган генератор рамкалари ва шунга ўхшаган иккита қабул қилувчи рамкалар ораси 200-300 м масофада кетма-кет учувчи самолётларда жойлаштирилади. Генератор рамкаларидан ўтувчи ток кучи бир хил бўлади, лекин фазалари  $90^\circ$  га силжиган: натижада айланма қутбланган дастлабки электр магнит майдон ҳосил бўлади. Ўтказгич объект бўлганда айланма қутбланиш бузилади ва индукция электр ҳаракат қилувчи куч ҳосил бўлади,  $\Delta i$  амплитудасини ва  $\Delta \varphi$  фазаси қабул қилувчи рамкалар орқали ўлчанади.

Самарадорлиги қоплама ётқизикларнинг қалинлигига, электр хоссаларига ва жинсларнинг метаморфизм даражасига боғлиқ. Агар, майдонда метаморфизмнинг паст даражаларидаги жинслар ривожланган бўлиб, устиларида қалинлиги катта бўлмаган юқори омли ётқизиклар ётганда электромагнит усуллари яхши натижа беради. Бундай районларда электромагнит усуллар далиллари асосида метаморфик сланецлар, графитлашган ва пиритлашган горизонтлар, темирли кварцитлар, тектоник бузилишлар ажратилади. Улар мусбат магнит  $H_{ax} = H_{c\phi} - H_{o\phi}$  аномалияси билан манфий электр ташкил этувчи  $E_r$  аномалиялари билан кузатилади.

Майдон бўйича ўтказилган гравиметрик ва магнитли хариталаш далиллари метасоматик гранитоид массивларини хариталашда ва уларнинг тузилишини ўрганишда бурмаланган ва узилган тузилмаларни ажратишда ёрдам беради.

Асосий эффузивларда ҳосил бўлган метаморфик жинслар  $\Delta Z, \Delta T$  нинг юқори қийматлари билан кузатилади. Чўкинди жинслардан ҳосил бўлган метаморфик жинслар  $\Delta Z, \Delta T$  нинг манфий қийматлари билан белгиланади. Темирли кварцит қалинликлари, қийматлари ўнлаб минг нанотеслагача бўлган магнит аномалиялар билан кузатилади.

Асосли гранулитлар, таркибида пироксен ва амфибол бўлган гнейслар ва сланецлар, амфиболитлар юқори  $\Delta Z, \Delta T$  майдони билан кузатилади.

Тектоник бузилмаларни ажратиш ва турларини аниқлаш (тушилма-узилма, силжиш, сурилма ва ҳ.о) йирик масштаби хариталашнинг асосий масалаларидан биридир. Буни ечиш учун ҳамма геофизик усуллар қўлланилади, лекин муҳимроқ маълумотларни магниторазведка ва электроразведка далиллари билан олинади.

Узилма бузилишларни физик майдон аномалияларни таққослаш ўқлари узилиши ёки йўналиши кескин ўзгариши, силжиши, кузатилаётган чегараларнинг узилиши ва вертикал силжиши, аномал майдон хусусияти кескин ўзгариши бўйича ажратилади.

Кичик бурчаклар билан ётган жинсларнинг вертикал силжишлари поғонасимон (зинасимон) магнит ва гравитацион аномалиялари билан кузатилади.

Узилма бузилишлар зоналарида жинслар кучли дарз кетган, парчаланган ҳолда бўлади, яъни ғоваклари ортади, зичликлари камаёди. Натижада электр кесмалаш ва табиий потенциаллар усуллари далиллари бўйича бузилишлар  $\rho_k$  қийматлари кичик ва қутбланиш юқори бўлган зоналар билан белгиланади. Магнит ва гравитацион майдонларда уларга  $\Delta T, \Delta g$  нинг минимумлари тўғри келади. Харитада чизикли чўзиқ аномалиялар кузатилади.

Сейсморазведка ёрдамида бузилишлар дифракция ва тўлқинлар интерференцияси зоналари билан чегаравий, оралик, самарали, ўрта тезликлар камайиши, синфазлик ўқлари қийшайиши, уларни таққослаш, йўқотилиши, чегаралар горизонтал ва вертикал бўйича силжиши, тўлқинларнинг кучли сўниши билан ажратилади.

Магматик жинсларни жойлашишини (дайкалар, субвулканик жинслар, томирлар) ва жинсларнинг метасоматик ўзгариш зоналарини назорат қилувчи узилма бузилишлар мусбат ва манфий ингичка узун  $\Delta T, \Delta Z$  аномалиялари ва  $\rho_k$  нинг максимум қийматлари (дайкалар, томирлар, кварцланиш ва калийли шпатланиш зоналари) ва минимум қийматлари (пиритланиш, гематитланиш, пирротинланиш зоналари) билан кузатилади. Узилмали бузилиш зоналарида радиоактив элементлар ва газлар, нодир элементлар миқдори катта бўлади.

## **Фойдали қазилма конларини қидириш.**

### **Нефт ва газ конларини ўрганиш**

Нефт ва газга истиқболли майдонларда геофизик усуллари ҳамма ўрганиш ишларининг босқичларида қўлланилади. Бунда нефт ва газ уюмлари йиғилишга қулай бўлган турли гумбазсимон (антиклинал, туз гумбазлар), литологик-стратиграфик ва экранлашган қопқонлар изланади ва разведка қилинади. Охириги йилларда геофизик усуллари нефт ва газни тўғридан – тўғри қидирув ишларида қўлланилаёпти. Бунда сейсморазведка етакчи ўринни эгаллайди.

Ишларнинг биринчи босқичида танишувчи геофизик усуллар ёрдамида иккинчи тартибли тузилмалар (валлар, муьдалар, гумбазлар, ботиклар) ва махсулдор горизонтларни понасимон бўлган ҳудудий зоналар ажратилади. Мажмуага ўрта масштабли аэромагнит ва гравиметрик хариталаш, электроразведка (электромагнит майдонни барқарорлашиш жараёнида зондлаш-ЗСМ, МТТ, МТП, МТЗ) ва сейсморазведканинг КМПВ ва ОГТ усуллари киради.

Пойдеворни ўрганишда майдонли гравиметрик ва магнитли хариталашлар ўтказилади. Кўп районларда чўкинди қопламанинг тузилмалари пойдеворнинг юзаси бўйича меросхўр (пойдевор юзасини такрорлайди) бўлиб тузилган. Шунинг учун гравиметрик ва магнитометрик далиллари сейсморазведка ва электроразведканинг танишувчи профиллар тармоғини ўтказишга ишлатилади. Пойдеворнинг туртиб чиқиб турган жойи (дўнг жойи), чуқурлиги кескин ўзгарган, тектоник бузилиш зоналари диққатга сазовордир.

Иккинчи тартибли тузилмаларни ва чўкинди қопламаларни ажратишда асосан сейсморазведканинг-УЧН (ОГТ) усули қўлланилади, қўшимча маълумотларни, юқори аниқликдаги гравиметрик ва магнитометрик хариталашлар беради.

Гумбазсимон турли маҳаллий тузилмаларни (антиклиналларни) танишувчи қидирувларда ажратилган истиқболли майдонларда сейсморазведканинг ОГТ усули ўтказилади.

Бурмаланган тузилмаларнинг кесимида магнитланганлиги юқорироқ бўлган терриген жинслар бўлгани учун, уларни магнит хариталаш ёрдамида ажратиш мумкин.

Гравиразведка ёрдамида юқори амплитудали ва кўп горизонтлар бўйича меросхўр бўлган тузилмаларни, рифлар ва туз диапирларни ажратишда қўлланилади.

Агар рифлар атрофида гиллар ва тузлар ётганда мусбат маҳаллий  $\Delta g$  аномалияси кузатилади. Агар рифлар карбонатлар орасида бўлса ва устида ангидритлар, доломитлар қалинлиги камайганда, манфий маҳаллий  $\Delta g$  аномалия кузатилади; агар ангидритлар, доломитлар қалинлиги катта бўлса – мусбат  $\Delta g$  аномалия кузатилади. Антиклиналлар одатда маҳаллий мусбат  $\Delta g$  аномалия билан кузатилади. Туз гумбазлари манфий изометрик аномалиялар билан кузатилади. Агар гумбаз устида таркиби асосли кэпрок (шапка) ётса икки ишорали аномалия кузатилади.

Қидирув босқичида электроразведканинг, асосан, электр магнит майдоннинг барқарорлашиш жараёнида зондлаш усули (ЗСМ) ўтказилади (айниқса сейсмогеологик шароити ноқулай бўлган районларда).

Антиклинал тузилмаларни қидиришда сейморазведканинг ОГТ усули бошқа усулларнинг натижасида ажратилган майдонларда охириги босқичда ўтказилади. Сейморазведканинг самарадорлиги кўтарилмаларни амплитудасига, ўлчамларига, гумбаз қисмининг ётиш чуқурлигига, устидаги ётқизиқларининг эластик хоссаларига боғлиқ. Сейморазведка ёрдамида амплитудалари 50-100 м га тенг бўлган, баъзи ҳолларда амплитудаси 15-20 м га тенг бўлган кўтарилмаларни ажратиш мумкин.

Ноантиклинал қопқонлар (литологик, стратиграфик, тектоник экранлашган, риф массивлари, туз гумбазлар) турларини ажратиш учун пойдеворнинг туртиб чиққан жойини, тектоник бузилишларини, рифоген зоналарини ва туз гумбазли дислокацияларни белгилайдиган ҳамма геофизик усуллар далиллари ишлатилади. Сейморазведканинг ОГТ усулини антиклинал типдаги тузилмаларнинг қидирув ишларига нисбатан зичлироқ тармоғи бўйича ўтказилади. Охириги йилларда бундай қопқонларни ажратишда ОГТ далилларини сейсмофациал таҳлили асосида ўтказилади (бунда сейсмик ёзмаларидаги қайтаришларнинг таснифлари асосида чўкиндилаётган ҳосил бўлиш шароитлари ўрганилади ва коллекторлар аниқланади).

Тузилмаларни чуқур қидирув бурғилашга тайёрлаш учун уларни фазодаги ётиш ҳолати ва нефтгазликка истиқболлиги баҳоланади. Бу масалани ечиш учун сейморазведканинг ОГТ усули қидирув хариталаш ишлар тармоғини зичлаштириб, тузилмани бурғилаш ва қудуқлардаги сейсмик кузатувлар (ВСП) ишлари билан бирга олиб борилади.

Тузилмаларни нефтгазлилигини баҳолашда геофизик усулларнинг қўлланиши уюм майдондаги жинсларнинг физик хоссалари сиғдирувчи жинслар хоссаларидан фарқ қилиши асос бўлади. Йирик конларда сувли коллекторларга нисбатан газли коллекторларда зичлик  $0,1 \div 0,3 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$  камайиш ва нефтлида  $0,05 \div 0,15 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$  га камайиши оғирлик кучи майдонини пасайишига олиб келади (0,5-1 м галл га). Уюм майдонларида бўйлама тўлқин тезликлари кийматининг частотаси камаёди ва уларнинг ютилиши ортади. Буни сейморазведканинг ОГТ усули билан ўрганилади. Нефтга ва газга тўйинган жинсларнинг электрик қаршиликлари, атроф қисмдаги жинсларнинг қаршилигига нисбатан анча ортади.

Угледородларнинг диффузияси таъсирида сиғдирувчи жинсларнинг кимёвий таркиби ва физик хусусиятлари ўзгаради. Натижада баъзи конлар устида табиий ва ундалган қутбланиш аномалиялари кузатилади, магнит ва гамма майдонларининг кескинлиги пасаяди.

Нефтгазли уюмлар ҳосил қилган физик майдонларнинг аномалия самараси кичик (паст) бўлгани учун уларни ажратиш жуда қийин.

Нефт ва газ конларида қудуқдаги геофизик тадқиқотларга (ҚГТ) ҳамма каротаж усуллари қиради. Кўпроқ электр каротажнинг туюлувчи қаршилиги (КС, ёнланма каротаж, ёнлама каротажли зондлаш -БКЗ) ва ядровий усуллар (ГК, НГК, ННК) ўтказилади. Уларнинг далиллари бўйича, кесим литологик табақаланади, каллекторлар ажратилиб уларнинг хоссалари баҳоланади (ғоваклиги, ўтказувчанлиги (сингдирувчанлиги), нефт,газ ва сувга тўйинганлиги), сув-нефт, газ-сув ва газ-нефт туташган жойлари аниқланади. Ундан ташқари ҚГТ далиллари бўйича қудуқларнинг техник ҳолатини ва ишлатиш тартибини назорат қилиш имкони туғилди.

### **Маъдан конларини қидириш ва разведка ишлари.**

Геофизик усуллар маъдан конларни қидириш ишларида ҳудудий (регионал), қидирув-разведка ва муфассал разведка ишларида кенг қўлланилади.

Ҳудудий ишларда (м-б 1:1000000-1:200000) аэрокосмик хариталашлар, аэромагнитли ва аэрогамма-спектрометрик хариталашлар, гравиразведка, магнитотеллурик ва чуқурликни сейсик зондлаш (ГСЗ) ёрдамида Ер пўстининг чуқурлик тузилиши билан маъдан сиғдирувчи ва маъдан назорат қилувчи тузилмалар ҳамда маъданли майдонлар ҳудудларининг, конлари

орасидаги боғланишлар ва фойдали қазилмалар тақсимланишининг асосий қонуниятлари аниқланади.

Геологик хариталаш ёки йирик масштабли хариталаш асосида қидирув (м-б 1:50000), геофизик тадқиқотлари (аэромагнит, аэрограмма – спектрометрик, гравиметрик, магнитоллургик, ГСЗ, дала магниторазведкаси, гамма-спектрометрик, электромагнит кесмалаш ва зондлаш усуллари) фойдали қазилмаларни қидиришда истикболли майдонларни ажратиб беради.

Қидирув-разведка геофизик ишларининг объектлари биринчи навбатда назорат қилувчи тузилмалар билан боғлиқ бўлган йирик ёки ўрта маъдан конларининг мавжудлиги бўлади. Қидирув масалаларини ечиш учун дала геофизик ишларидан ундалган потенциаллар билан (ВП) электр кесмалаш ва зондлаш (ВЭЗ -ВП); ишларни аниқлигини кўтариш учун кўп частотали индуктив усуллари (НЧМ, МПП), юқори аниқликка эга гравиразведка ва сейсмик тадқиқотлар олиб борилади.

Геофизик далилларни миқдорий талқин қилиш натижасида, разведка қилинган объектларнинг геометрик ва физик параметрлари баҳоланади ва фойдали қазилмаларнинг захиралари башорат қилинади. Улар асосида ўрганилаётган объектнинг физик-геологик модели (ФГМ) тузилади. Бундан сўнг аниқланган аномалиялар майдонларида назорат разведка қилиш қудуқлари бурғиланади. Бу қудуқлар геофизик маълумотларни ишончли эканлигини текширишга, кейин ўтказиладиган дала ишларининг услубини аниқлашга ва каротаж ишларини ўтказиш учун керак.

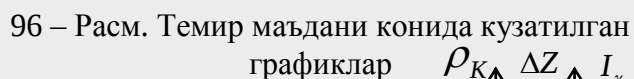
ҚТТ да асосан КС, ПС, ВП, ГК, НГК, ГГК, индуктив, магнит усуллари қўлланилиб, юқори аниқлик билан геологик кесим ажратилади ва маъданли интерваллар аниқланади. Улардан ташқари, қудуқлар орасидаги жинслар электрик (ўзгармас паст ва юқори частотали ўзгарувчан ток билан) ва сейсмоакустик ёритиш усуллари ёрдамида ўрганилади.

Аниқли муфассал разведка ишларининг мақсади–алоҳида маъдан жинсларининг морфологиясини ва ички тузилишини ўрганишдир. Бу масалани ечишда, асосан ОГТ, ЭП, ПС, ВП ва бошқа электрокимёвий усуллари қўлланилади. Натижада геолого-геофизик хужжатлар тузилади (кесимлар, таянч горизонтлар бўйича тузилмали хариталар, қизиқтирадиган горизонтлар қалинлиги хариталари ва бошқалар). Уларнинг масштаби 1:5000; 1:2000; 1:1000 бўлади. Бу хужжатлар маъдан захираларини ҳисоблаш учун ишлатилади.

Маъдан конларини қидиришдаги масалага асосланиб ўрганиладиган геологик объект тўғрисида физик-геологик модел яратилади ва унинг асосида тадқиқотлар усуллари ва услуби танланади. Бунда, умумий геологик масаланинг ва ҳар битта алоҳида усулнинг геологик вазифалари аниқ ва тўғри ифодаланганлигини аҳамияти катта бўлади.

Қора металлар маъданларини қидириш ва разведкасига асосан магниторазведка ва гравиразведка усуллариининг мажмуаси қўлланилади, электроразведка ва сейсморазведка ёрдамчи усуллар сифатида ишлатилади .

Қора металлар конлари ҳосил бўлиши ҳар хил бўлгани учун физик хоссалари ҳам ҳар хил бўлади. Масалан, магнетит маъданларининг магнит қабул қилувчанлиги, зичлиги ва ток ўтказувчанлиги юқори бўлади. Шунинг учун уларни қидиришда ва разведка қилишда магниторазведканинг қўлланиш самараси юқори бўлади. Бундай конларга скарн-магнетитли маъданлар, темир кварцитлар, титаномагнетит маъданлари киради. Улар қийматлари бир нечта ўн минглаб нанотеслага тенг бўлган мусбат магнит аномалиялари билан кузатилади.



## Радиоактив маъданларни

Олтин, платина сочма конларини қидиришда ҳамма геофизик усуллари қўлланилади. Маъданларда уларнинг миқдори жуда кам бўлгани учун, уларнинг борлиги маъдан уюмларининг физик хоссаларини ўзгартирмайди. Шунинг учун кўпгина (ВЭЗ, ВП, гравиразведка, магниторазведка, сейсморазведка) геофизик усуллари бундай сочма конларни

Figure 1 is a graph showing the relationship between geophysical parameters and PK (likely distance or time). The graph features three curves: a solid line for  $I_\gamma$ , a dashed line for  $\rho_K$ , and a dash-dot line for  $\Delta Z$ . The  $I_\gamma$  curve shows two prominent peaks. The  $\rho_K$  curve shows corresponding peaks and troughs. The  $\Delta Z$  curve shows a series of smaller fluctuations. Below the graph, a stratigraphic column is depicted with symbols for trachidacites (X), trachiliparites (+), and tectonic faults (dashed line). A legend at the bottom identifies these symbols:

- $\boxed{\text{X X X}}$  — трахидацитлар
- $\boxed{+ + +}$  — трахилипаритлар
- $\boxed{\text{---}}$  — тектоник бўзилиш
- $\boxed{\text{S S S}}$  — Элловий, делловий

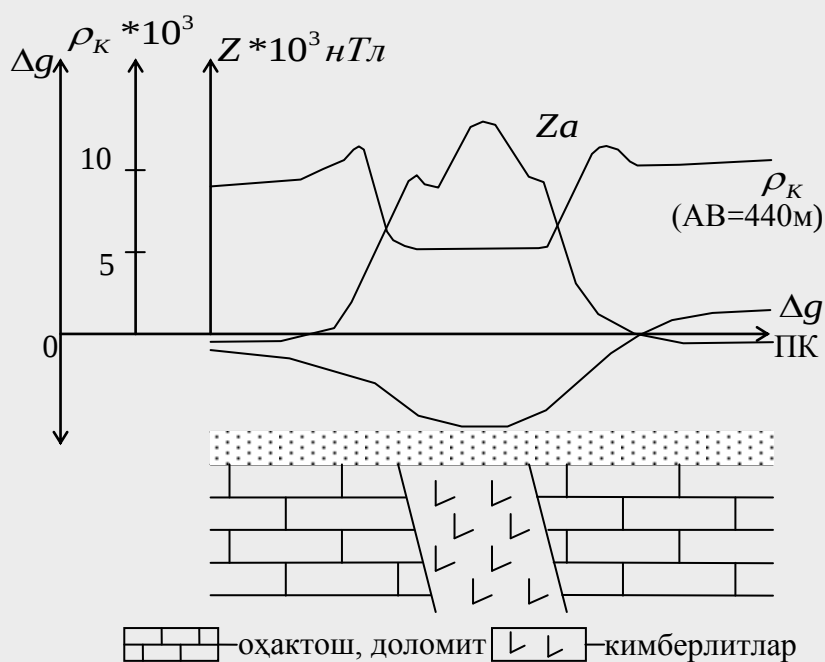
**97 – Расм Тектоник бузилишлар билан боғлиқ бўлган уран маъданлари устидаги табиий гамма – майдон , магнит майдони ва тўюлувчи қаршилик графиклари.**

излашда геологик-геоморфологик хариталаш масалаларини ечишда ишлатилади. Уларнинг натижасида замонавий ва қадимий рельефининг хусусиятлари ўрганилади, сочмалар ҳосил бўлиш тавсифи ва замонавий ҳамда қадимий водийлардаги эҳтимолли ҳолати аниқланади.

### Номаъдан конларни қидириш.

Олмос. Туб конлар кимберлит портлаш трубкалари билан боғлиқ, иккиламчи чўкинди (сочма) конлар палеозой жинсларининг пасайган жойлари ва дарё водийларида жойлашади. Сибирдаги кимберлитли, тикка ётган, столбосимон жинслар диаметрлари 10 м дан 700-800 м гача ва катта чуқурликда ётган бўлиб, ўта асосли брекчиялашган жинслардан тузилган бўлади (ўта асосли жинслар ичида кўп ксенолит кўшимчалари бор бўлади). Кимберлитларнинг магнит хоссалари ҳар хил (кучли ва кучсиз магнитли) асосан магнитли  $\alpha = (4 \div 25) \cdot 10^{-3}$  СИ улушларида. Траппларнинг (диабаз, габбро-диабазлар) кўпинча юқори магнитли  $\alpha = (12 \div 90) \cdot 10^{-3}$  СИ улушларида. Траппларнинг қолдиқ магнитланганлиги  $J_\gamma$  индуктив  $J_i$  га нисбатан катта (3-5 марта) бўлади, йўналиши ҳар хил бўлгани учун магнит майдонининг ишораси ҳар хил бўлади.

Кимберлитларнинг зичлиги атрофдаги жинсларга нисбатан  $0,1-0,2 \text{ г/см}^3$  га кичик.



98 – Расм Кимберлит трубкаси устидаги геофизик ишлари натижалари.

Траппларнинг зичлиги юқори бўлади ( $2,9 - 9,98 \text{ г/см}^3$ ), яхлит (монолит) кимберлитларда қаршилик қиймати 10000 омм гача, нураган ва дарз кетганларда  $10 \div 1000$  омм қийматлар билан таърифланади. Траппларда ва сиғдирувчи карбонат жинсларда (Сибир платформасида) қаршилик 5000-10000 омм, қопловчи ва чўкинди жинсларнинг қаршилиги бир неча ўнлаб омм дан 1000 омм гача бўлади. Траппларни ўрганишда аэромагнит, гравиразведка, электрокесмалаш, ВЭЗ усуллари қўлланилади (Расм 98).

Кварц томирларининг интрузив ва чўкинди жинсларга нисбатан магнит ва гамма активлиги паст, зич, дарз кетмаганларида  $\sigma$  ва  $\rho$  юқори, парчаланган, дарз кетганларида ва ёриқларида гиллар жойлашганда  $\sigma$  ва  $\rho$  камаяди, баланд пьезометрик модул билан фарқ қилади. Уларни ўрганишда магниторазведка, гамма хариталаш, электр ва электромагнитли кесмалаш (ЭП, ДЭМП, СДВР); ВЭЗ юқори аниқли гравиразведка, сейсморазведка, сейсмоэлектрик усул (СЭМ) қўлланилади.

Пегматит томирларининг; солиштирма қаршилиги  $\rho$  ( $>10^4$  омм), кутбланиш коэффиценти  $\eta$  гамма-активлиги ва пьезоэлектрик модули – юқори бўлади. Баъзи холларда зичлиги, тўлқиннинг тарқалиш тезлиши ва магнит хоссаси бўйича, атрофдаги жинслардан фарқ

килади. Уларда ЭП, ВП,  $\gamma$ -хариталаш, магниторазведка, юқори аниқли гравirazведка, пьезоэлектрик усули қўлланилади.

Тош кўмир конлари: солиштира қаршилиқ  $\rho = 10^{-5} \div 10^4$  омм. Қўнғир кўмирнинг куллиги ошганда қаршилиги камаяди. Антрацитда қаршилиқ паст (токни яхши ўтказди), куллиги ошганда  $\rho$  ортади.

Антрацит ва графитлар электрон ўтказгичлар бўлиб, электрокимёвий активлиги ва кутбланиши юқори бўлади. Атрофдаги жинсларга нисбатан кўмирнинг қаршилиги юқори ёки кичик бўлиши мумкин, унга литология, метаморфизм даражаси ва сувга тўйинганлиги таъсир этади. Кўмир қатламларининг зичлиги  $\sigma$ , тезлиги  $V$ -паст; кутбланиши  $\eta$  юқори бўлади. Платформадаги турли конларда кўмир қатламлари горизонтал ёки кичик бурчак билан ётганда ВЭЗ, КМПВ, ОГТ усуллари ва гравirazведка қўлланилади. Геосинклиналлардаги турли конларда кўмир қатламлари катта бурчак билан ётганда геофизик усуллар мажмуаси кўмирлар ётиш чуқурлигига боғлиқ. Чуқурлиги катта бўлганда платформаларда ишлатадиган усуллар қўлланилади. Кичик чуқурликда ётганда ЭП, ЕП (табiiй потенциаллар), ДЭМП, грави- ва сейсморазведка (КМПВ) қўлланилади. Қудуқлар бўйича кесимни КС, ПС, БК, ГК, ГГК – зичлик бўйича, ГГК-селектив, НГК ва АК усуллари мажмуаси далиллари бўйича ўрганилади.

### **Гидрогеологик ва муҳандислик геологияси масалаларини ечиш.**

Геофизик усуллари гидрогеологик ва муҳандислик геологик тадқиқотларнинг ҳамма босқичларида майда ва ўрта масштабли гидрогеологик ва муҳандислик геологик хариталашдан гидротехник, гидромелифативлик ва бошқа саноат ҳамда гражданлик объектларни ишлатиш шароитини ўрганишга қўлланилади. Турли масштаблар билан олиб бориладиган гидрогеологик ва муҳандислик геологик хариталашда геофизик усуллар магматик, чўкинди ва метаморфик жинсларни, узилмаларни тузилмаларни хариталашда, бўшқоқ ётқизиклар таркибини ва қалинлигини аниқлашда, дарзлик ва карстланиш зоналарини ажратишда, ўпирилишларни ўрганишда қўлланилади. Майда ва ўрта масштабли хариталашларда, илгари нефтга ва газга истиқболли ҳудудларни, кўмир ҳавзаларини, маъдан соҳаларини ўрганишда ўтказиладиган геофизик тадқиқотларнинг далиллари ишлатилади.

Махсус геофизик ишлар, сийрак профиллар тармоғи (сейсморазведка КМПВ, ВЭЗ) ёки алоҳида участкаларда (гидрогеологик ва муҳандислик геологияга қизиқ бўлган) олиб борилади. Бундай участкаларда электр профиллаш, ВЭЗ, сейсмик ишлари олиб борилади ва ядро-геофизик усуллари билан грунтларни зичлиги, намлиги ўрганилади.

### **Ер ости сувларини қидириш ва разведка қилиш.**

Ер ости сув конларни қидириш ва разведкасида геофизик усулларни гидрогеологик ишларининг ҳамма босқичлари қўлланилади.

Бўшқоқ терриген ётқизиклардаги ер ости сувлар.

Грунт сувлари, дарё водийларининг аллювиал ётқизикларида жойлашади. Аллювиал ётқизиклардаги сув конлари кичик чуқурликда ётади (30 м гача) ва сувли горизонтлар катта майдонларда тақсимланади.

Геофизик усуллар қуйидаги масалаларни ечишга қўлланилади;

- 1) Панда тақсимланиш чегараларини аниқлаш; гиллар орасидан сувга мўл йирик заррали аллювиал ётқизикларнинг қалинлигини ва ётиш чуқурлигини аниқлаш;
- 2) Сувли горизонтларни қопловчи, сувтўсар жинсларни, литологик ва филтрлаш хоссалари бўйича ажратиш;
- 3) Водийдаги туб ўзаннинг рельефини ўрганиш;
- 4) Ер ости сувлари оқимларининг йўналишини ва тезлигини аниқлаш, оқим майдонини аниқлаш.

Мажмуанинг асосий усули – ВЭЗ ҳисобланади. Қидирув босқичида майдонли ВЭЗ ишлари тор водийларда 2х0,5 км тармоқ билан кенг водийларда 5х1 км тармоқ билан олиб

борилади. Истикболли майдонларда тармоқ тор водийларда 0,5х0,1 км гача ва кенг водийларда 1х0,25 км гача зичланади. Агар сувтўсар гиллар ( $\rho = 1 \div 20$  омм) бўлса, унда К ёки Q турли ВЭЗ чизиклари кузатилади (куруқ аллювиал ётқизикларнинг қаршилиги катта бўлади, сувга тўйинганлик эса камаяди).

Агар, сувтўсар қаршилиги юқори бўлган оҳактошлар, магматик ёки метаморфик жинслар бўлганда Н ёки А турли ВЭЗ чизиклар кузатилади.

Сувли горизонтли майдон бўйича кузатиш учун симметрик иккита чизикли электр кесмалаш ( $AA^1 MN B^1B$ ) ўтказилади. Бу усулни ўтказиш мақсади, ВЭЗ ўтказиш нуқталар сонини камайтириш ва иш харажатларини пасайтириш учун олиб борилади.

Текис дарё водийлари кесимда кумларнинг гиллиги аста секин – ортади. Натижада ВЭЗ самараси пасаяди. Сувга тўйинган кумларнинг кутбланиш коэффиценти гилларга нисбатан юқори бўлгани учун ВЭЗ–ВП усулларининг самараси юқори бўлади.

Ер ости сувларининг ётиш чуқурлигини аниқлаш учун сейсморазведканинг синган тўлқин усули (КМПВ) мажмуаси киритилади. ВЭЗ га нисбатан КМПВ усули чуқурликни яхшироқ аниқлайди (грунт сувлар сатҳида кучли бош синган тўлқин ҳосил бўлади; бу чегарада  $V_p$  тўлқиннинг тезлиги 1500-2300 м/с гача ортади).

Чўл районларида шўр сувлар орасидаги чучук сувлар линзаларини қидиришда ВЭЗ дан ташқари электроразведканинг СДВР радиокип, частотали электр зондлаш (ЧЗ) қўлланилади. Агар шўр сувлар орасида чучук сувлар бўлмаса сувли горизонтлар кичик қаршилиқлар билан таърифланади ва  $\rho_1 > \rho_2$ , К ва НК турли ВЭЗ эгри чизиклар кузатилади. Чучук сув линзалари борлиги СДВР ўлчанган магнит майдон кучланиши пасайгани билан аксланади ва Q турли ВЭЗ чизиклари кузатилади.

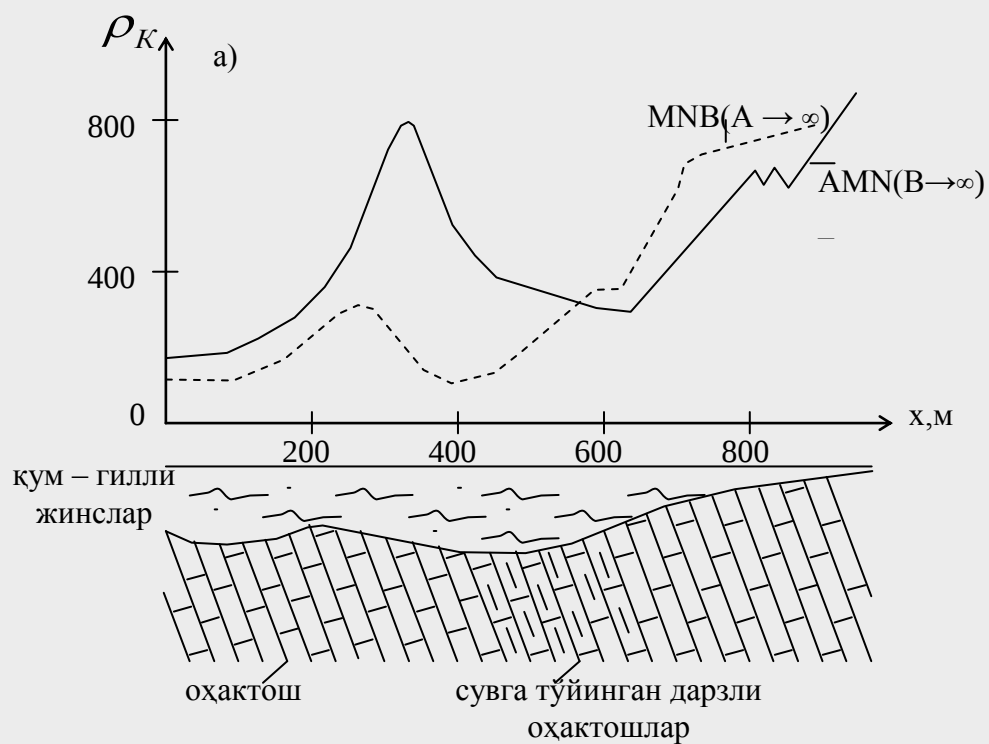
Грунт сувларини динамикасини ўрганиш учун (оқимнинг йўналиши ва тезлиги, сувларнинг оқими (бўшаш жойи) табиий электр майдон (ЕП) ва жисмни зарядлаш усули ўтказилади.

Артезиан ҳавзалар (босимли артезиан сувлари синклинал тузилмаларда жойлашади) ер ости сувлари конларини қидириш ва разведкасида геофизик усуллар аллювиал ётқизиклардаги грунт сувларни ўрганишдагига ўхшаш масалаларни ечишда ҳам қўлланилади. Сувли горизонтлар бу районларда 100-300м, баъзи ҳолда бундан ҳам катта чуқурликда ётади. Шунинг учун ВЭЗ дан ташқари ДЭЗ, УЗ, ЗСМ, МТЗ, КМПВ ва ОГТ усуллари қўлланилади. Майдонли қидирув ишлари ВЭЗ, ДЭЗ ёки ЧЗ сейсморазведка, ЗСМ ёки МТЗ билан алоҳида бир – бирини кесадиган профиллар бўйича ўтказилади.

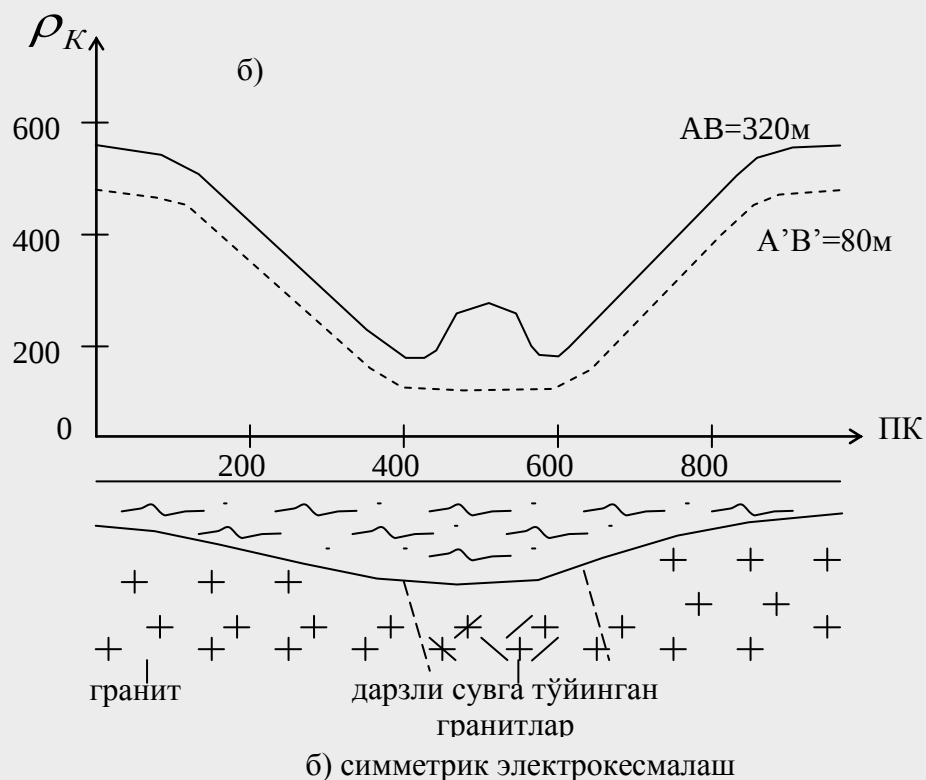
Туб жинсларнинг нураш пўстидаги сувлар ва дизъюнктив ва дарз, карстли зоналардаги дарз – томирли сувлар, сув билан таъминлашнинг муҳим манбалари ҳисобланади. Бундай сувларни қидиришда геофизик усуллари қуйидаги масалаларни ечишда қўлланилади;

- 1) Пойдеворнинг устки чегарасида дипрессияларни ажратиш ва хариталаш;
- 2) Дарзлик ва карстланиш чизикли зоналарни ажратиш ва кузатиш;
- 3) Морфологиясини ўрганиш ва дарзлик ҳамда карстлик зоналарининг қалинлигини аниқлаш;
- 4) Зоналарни сувга мўллик даражасини баҳолаш.

Туб жинслар рельефини ВЭЗ ёки икки горизонтли электрокесмалаш ( $AA^1MN B^1B$ ) ёрдамида аниқланади. Депрессияларни кузатишда ВЭЗ ва ҳар хил қурилмалар электрокесмалаш (СП, КП, ДП) билан бирга олиб борилади.



а) иккита, учта электродли қурилмалар комбинацияси билан электр кесмалаш



99 – Расм. Дарз – томирли ва дарзли Ер ости сувларини электрокесмалаш усули билан кидириш.

99-

Расмда оҳактошларда (а) ва гранитда (б) электрокесмалаш натижасида депрессиялар ажратилган. Иккала ҳолда депрессиялар бузилган туб жинслар ривожланган зоналари билан тўғри келади. Тектоник тузилишлари билан боғлиқ бўлган чизикли дарзлик зоналарни ажратишда ва хариталашда магниторазведка, диполли ва иккита, урта электродли қурилмалар комбинацияси билан электрокесмалаш, камроқ – гравиразведка қўлланилади.

Қопламанинг қалинлиги 10-20 м гача бўлганда, дизъюнктив бузилиш зоналаридаги дарз-томирли сувларни кидиришда табиий потенциаллар усули ва термометрия қўлланилиши мумкин. Туб жинсларнинг рельефи манфий бўлган шакллари (пасайган жойларига) ён чеккаларидан грунт сувлар оқимлари йўналтирилганда, мусбат табиий потенциаллар аномалияси кузатилади.

Узулма бўйича сувлар инфильтрацияси бўлганда, табиий (ПС) потенциалнинг умумий ортиш фонида маҳаллий минимум кузатилади; зоналар бўйича пастдан тепага ер ости суви оқимлари кўтарилганда, мусбат ПС аномалия кузатилади.

Термометрияни қўлланиши сувга тўйинган, дарз кетган жинслар ва яхлит жинслар иссиқлик физик хоссаларининг фарқ қилишига асосланган. Ёзда қуруқ жинсларга нисбатан сувга тўйинган, дарз кетган жинсларнинг ҳарорати 1-2<sup>0</sup>С га камайиши, қишда эса ҳарорат ортиши кузатилади.

Жинсларнинг дарзлигини ўрганишда айлана электрокесмалаш (КЭП) ва зондлаш (КВЭЗ) ишлатилади. Ҳар хил  $AB/2$  масофалари учун  $\rho_k$  қийматлари бўйича поляр диаграммалари (анизотропия эллипси) тузилади ва эллипсининг катта ўқи йўналиши бўйича дарзлик йўналиши аниқланади.

КМПВ да яхлит ва дарз кетган жинслар чегараси тезликни ўзгариши (дарзли жинсларда камайиши), тўлқинлар сўнишининг ортиши, синган тўлқинларнинг амплитудасининг ўзгариши (дарзли жинсларда пасайиши) ва тўлқинлар ёзилишининг шакли ўзгариши бўйича аниқланади. Жинсларни сувга мўллиги юқори бўлганда, кўндаланг тўлқин тарқалиш тезлиги аномал

пасайиши кўндаланг ва бўйлама тўлқинлар тезликлари нисбатининг қийматлари  $V_s/V_p = 0,1-0,2$  гача камайиши кузатилади.

### Мухандислик геологик тадқиқотлар.

Мухандислик геология масалаларини ечишда геофизик усуллари кенг қўлланилади. Геофизик усуллар билан ечиладиган масалалар;

- 1) Бўшоқ ётқизикларнинг қалинлигини, литологик таркибини ва сувланишини аниқлаш;
- 2) Яхлит қоя туб жинсларнинг ётиш чуқурлигини ва физик-механик хоссларини аниқлаш;
- 3) Дизъюнктив бузилиш зоналарини ажратиш ва кузатиш, дарзлик даражасини ва жинсларнинг нураганлигини баҳолаш;
- 4) Табиий ва сунъий бўшлиқларни, карстланган зоналарни аниқлаш ва хариталаш;
- 5) Ўпирилишларнинг тузилишини, гидрогеологик шароитини, физик-механик хоссаларини, сувли физикавий хоссаларини, динамикасини ўрганиш;
- 6) Геологик муҳитнинг техникавий ифлосланишини ўргатиш.

Гидростанцияларни, АЭС, ТЭЦ, сув омборларини, каналларни, аэропортларни, йирик заводларни ва бошқа иншоотларни ва трассаларни қуриш учун ўтказиладиган тадқиқотларнинг дастлабки босқичида геофизик ишлар, бир нечта мўлжалга олинган майдонларда, трассаларда олиб борилади. Ишлар натижасида муҳандислик-геологик шароити қурилишига қулай бўлган майдон варианти танлаб олинади. ВЭЗ, ВЭЗ-ВП, электрокесмалаш (ДП, КП, СП), КМПВ усуллари, профилли ёки майдонли кузатишлар олиб борилиб, бўшоқ жинслар таркиби, қалинлиги, текисликнинг бузилишлари, дарзлик ва карст зоналарининг мавжудлиги, ер ости сувларининг сатҳи аниқланади. ҚГТ ҳам ўтказилади. Баъзи ҳолларда, комплексга магниторазведка ва гравиразведка, қоя жинслар рельефини, таркибини ва дарзлик зоналарини ажратиш учун қўлланилади.

Танлаб олинган участкада шу усуллар комплекси билан кузатув тармоғини зичлаштириб муфассал ишлари олиб борилади. Бунда сейсморазведканинг роли ошади. Сейсмаоразведка ишлари Ер юзасида, тоғ қазилмаларида (акустик ва ўта товушли ёритиш, қудуқлар-каротажи, тоғ қазилмаларида кесмалаш ) ўтказилади. Ҳар хил частотали бўйлама ва кўндаланг тўлқинларни ишлатиб, жинсларни физик-механик хоссалари бўйича анизатропияси ўрганилади, бўшлиқ ва дарзлик зоналари ажратилади, жинсларнинг эластик ва деформация модуллари баҳоланади.

Труба ўтказгич трассаларини, темир йўл ва электр ўтказиш чизиклар трассаларини ўрганишда, металл конструкцияларнинг коррозияга учраши (емирилиш), хавфли участкаларни ажратиш масаласига катта эътибор берилади. Симметрик электр кесмалаш ва табиий потенциалар усули ёрдамида коррозия бўлиш хавфи ўрганилади.

Агар,  $\rho_k > 100$  омм—грунтларнинг коррозияга учраши (емирилишлилиги) паст:

$\rho_k = 20 \div 100$  омм коррозия нормал;

$\rho_k = 10 \div 20$  омм – коррозия катта;

$\rho_k = 5 \div 10$  омм юқори;

$\rho_k < 5$  омм-коррозия жуда кучли бўлади.  $\rho_k$  кичик ва мусбат кучли табиий потенциаллар майдони бўйича ишлатилаётган труба ўтказгичларининг коррозияси аниқланади.

Сув омборларидан сув оқиб кетаётган жойини табиий потенциаллар усули билан аниқланади (потенциалларнинг манфий қийматлари билан белгиланади).

Ўпирилишларнинг сирғаниш юзасини аниқлашда ВЭЗ, сейсморазведка (КМПВ) қўлланилади. Динамикаси ҳар хил (тартибли кузатувлар) ва вақт давомида ВЭЗ, ЕП, микромагниторазведка, сейсмаразведка қўлланилади. Ечиладиган масалалар: ўпирилиш

чегараси, жисмнинг қалинлиги ва сирғаниш чегарасининг ҳолатини аниқлаш; жинсларни литологияси, дарзлилиги ва намлиги бўйича ажратиш; гидрогеологик ҳолатини ва грунт сувларининг динамикасини, жинсларнинг филтрацион хусусиятларини ўрганиш; ўпирилишни ҳаракат йўналишини аниқлаш, ўпирилиш жараёнини башорат қилиш, унга қарши ўтказиладиган чораларнинг сифатини назорат қилиш (текшириш). Комплексга: ВЭЗ, КВЭЗ, ВЭЗ-ВП, КМПВ, табиий потенциаллар усули, термометрия, юқори аниқли гравиразведка, микромагнитли хариталаш, қудукдаги–ГПП, КС, сейсмокаротаж усуллари киради. Ўпирилишнинг динамикасини ўрганишда тартибли кузатувлар (ҳар хил вақтлар давомида) ўтказилади: ВЭЗ, КВЭЗ, ЕП (ПС), КМПВ, микромагнитли хариталаш (аниқ чуқурликка (2-8м) магнит реперлар жойлаштирган ҳолда-магнит аномалияларининг силжиши ўрганилади).

Ўпирилиш жисмида жойлашган ва ўзгармаган туб жинслар ёнбағирларидаги жинсларнинг физик хоссалари фарқ қилгани учун геофизик усуллари қўлланилади.

### **Карстларни ўрганиш.**

Карсталларни ўрганишда геофизик усуллари билан кузатиш ер устида, бурғи қудукларида ва ҳар хил тоғ қазилмаларида ўтказилади. Баъзи ҳолларда геофизик асбоблар йирик карстлар ичига жойлаштирилади. Карстланувчи жисмларнинг физик хоссалари атрофдаги жинсларга нисбатан фарқ қилади (амалда бизни кўпроқ электр солиштирма қаршилиқ, зичлик ва бўйлама тўлқин тезлиги қизиқтиради).

Карстланган жинсларни физик хоссалари бўшлиқни тўлдирувчилар турига ва таркибига боғлиқ. Тўлдирувчилар сифатида ҳаво, сув ва ҳар хил бўшоқ жинслар бўлиши мумкин.

Юзаки карст бузилишлари, одатда, континентал чўкиндилар билан тўлдирилади. Уларнинг генетик турлари ҳар хил ва физик хоссалари катта ораликда ўзгаради. Кўп ҳолларда континентал жинсларнинг хоссалари туб жинсларнинг (карстланувчи карбонатлар, ангидридлар, гипслар, тузлар) хоссаларига нисбатан кўринарли даражада фарқ қилади. Аэрация зонасида ҳаво, қуруқ кум ва муз кристаллари бўлганда, солиштирма қаршилиқ ( $\rho$ ) ортади.

Агар ер тагидаги карстлар сув ёки гиллар билан тўлдирилган бўлса, қаршилиқ камаяди. Тўлқинлар тезлигига тўлдирувчининг тури таъсир этмайди (фақат муз таъсир этиши мумкин). Карсталланувчи жинсларда атрофдаги ўзгармаган жинсларга нисбатан бўйлама тўлқиннинг тезлиги ва зичлик камаяди.

Геофизик усуллардан кўпроқ электроразведка усуллари (ВЭЗ, электр кесмалаш, айлана ВЭЗ (КВЭЗ)) қўлланилади. Агар, ер ости сувларида филтрлаш активлиги бўлса, табиий потенциаллар усули (ПС) комплексига киради. Сейсморазведканинг синган тўлқинлар усули ва юқори аниқли гравиразведка ҳам қўлланилади. Ер тагидаги карстлар қаршилиги,  $V_p, \Delta g$  камайиши билан белгиланади.

Карстлашган зоналарнинг дарзлик йўналиши айлана ВЭЗ ва айлана электрокесмалаш усуллари ёрдамида ўрганилади. Ҳар битта  $AB/2$  қиймати учун поляр диаграммалар тузилади. Кузатиш нуқтасидан  $45^\circ$  қадан билан ўтган 4-6 профиллар бўйича ўлчанган  $\rho_k$  қийматлари белгиланади. Эллипснинг катта ўқи дарзлик йўналишини кўрсатади. Қудукда КС, БК, ГК, ГГК, НГК резистивиметрия кузатувлари ҳам ўтказилади.

### **Жинсларнинг физик-механик хоссаларини ўрганиш.**

Бу масала жинсларнинг физик-механик хоссалари ва геофизик параметри орасида бўлган боғланишларни ўрганиш асосида ечилади.

Сейсморазведка усули қўлланилиб  $V_p$  ва  $V_s$  тезликлар аниқланади. Агар, жинслар зичлиги  $\sigma$  аниқ бўлса, динамик эластиклик модули  $E_g$  (Юнг модули), Пуассон коэффициенти  $\nu$  ва силжиш модули  $\tau$  ҳисобланади:

$$Eg = \frac{V_s^2 \sigma (3V_p^2 - 4V_s^2)}{V_p^2 - V_s^2}; \quad Eg = V_p^2 \sigma \frac{(1+\nu)(1-2\nu)}{(1-\nu)}; \quad \nu = \frac{1 - 2\left(\frac{V_s}{V_p}\right)^2}{2 - 2\left(\frac{V_s}{V_p}\right)^2};$$

бу ерда,  $V_p, V_s$  - бўйлама ва кўндаланг тўлқинлар тезлиги,  $\sigma$  - жинсининг зичлиги.

$\tau = V_s^2 \cdot \sigma$  силжиш модули.

Зичликни  $V_p = f(\sigma)$  боғланишдан ёки жадваллардан аниқлаш мумкин.

$Eg$  ва  $\nu$  бўйлама тўлқин тезлиги билан боғланишларни  $Eg = f(V_p)$  ва  $\nu = f(V_p)$  ўрганиб аниқлаш мумкин. Си тизимида эластиклик модули Ньютон квадратли метрга нисбатида ( $H / м^2$ ) ёки Паскальда (Па), мегапаскальда (МПа) ўлчанади.

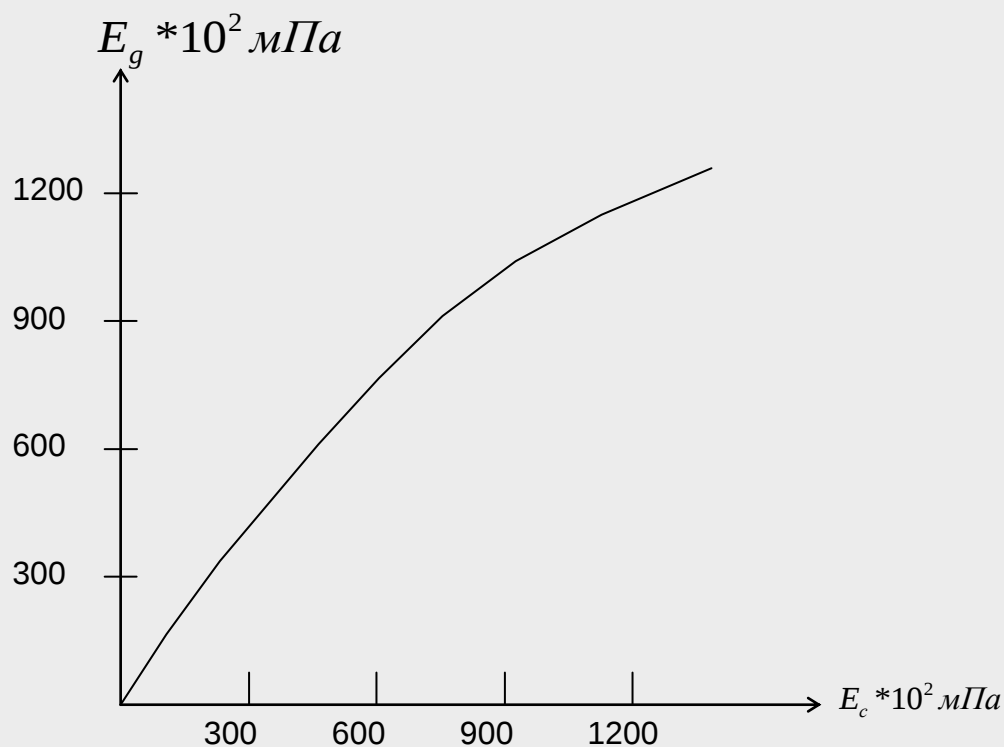
Динамик эластиклик модули  $Eg$  қайтарувчи (эластик) деформацияларни таърифлайди. Лекин, узоқ вақт давомида куч (босим) таъсир қилганда деформациялар тўлиқ қайтмайди ва қайтарувчи (эластик) ва қайтмайдиган (қолдик) ташкил этувчилар йиғиндисига тенг бўлади. Қолдик деформация статистик эластиклик модули  $Ec$  билан таърифланади.

Тўлиқ деформация-эластик деформация ва қолдик деформациялар тўпламига тенг бўлган деформация модули  $E_{\text{деф}}$  билан таърифланади.  $E_{\text{деф}} = Eg + Ec$

$E_{\text{деф}}$  қийматлари иншоотлар мустаҳкамлигини ҳисоблашда ишлатилади.

$Eg$  - кичик кучлар таъсирида ҳосил бўлган деформацияларни таърифлайди.

$Ec$  - статистик эластиклик модули ҳар хил катта кучлар таъсирида ўлчанадиган деформацион қийматлардир.  $Ec$  ва  $Eg$  қийматлари бир – бирига тўғри келмайди. Одатда,  $Eg > Ec$  бўлади. Улар орасида боғланиш бор ва  $Ec = 0.35Eg^{1.141}$  формула билан ифодаланади (Расм 100). Статистик  $Ec$  модули ва деформация модули  $E_{\text{деф}}$  орасида боғланиш бор. Бу  $E_{\text{деф}} = f(Ec)$  боғланиш ҳар хил жинсларга алоҳида тузилади. Ҳар хил районларга ва таркиби ҳар хил бўлган жинсларга  $E_{\text{деф}} = f(Ec)$  боғланиш ўрганилади: масалан, қум-гилли сувга тўйинмаган Сибир грунтларига  $E_{\text{деф}} = 0,061Eg + 28,5$  бўлади.



## МУНДАРИЖА

### КИРИШ

|                                                         |     |
|---------------------------------------------------------|-----|
| <b>МАГНИТОРАЗВЕДКА</b> .....                            | 3   |
| Ернинг магнит майдони.....                              | 3   |
| Магнит майдоннинг вариациялари.....                     | 4   |
| Ер магнит майдонининг табиати.....                      | 5   |
| Тоғ жинсларининг магнит хоссалари.....                  | 6   |
| Нормал ва аномал геомагнит майдонлар.....               | 8   |
| Магниторазведканинг мақсади.....                        | 9   |
| Магниторазведка дала ишларининг (хариталаш) услуги..... | 9   |
| Магниторазведкада қўлланиладиган асбоблар.....          | 11. |
| Магнит аномалияларини талқин қилиш.....                 | 11  |

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| Магниторазведка далилларини сифатли талқин қилиш.....        | 12 |
| Магнит диполининг майдони.....                               | 12 |
| Магнит аномалияларини миқдорли талқин қилиш.....             | 14 |
| Тик узун устун учун магнит майдони.....                      | 14 |
| Шар устидаги магнит майдони.....                             | 15 |
| Чексизга чўзилган горизонтал цилиндрнинг магнит майдони..... | 17 |
| Уринма усули - график усули.....                             | 18 |
| Магниторазведка қўлланиладиган соҳалар.....                  | 19 |

### ГРАВИРАЗВЕДКА

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Гравirazведканинг физик ва геологик асослари.....                              | 19 |
| Оғирлик кучининг потенциали.....                                               | 20 |
| Оғирлик кучининг абсолют (тўлиқ) ва нисбий ўлчовлари.....                      | 22 |
| Оғирлик кучининг нормал қиймати.....                                           | 22 |
| Оғирлик кучи аномалиялари.....                                                 | 23 |
| Тоғ жинсларининг зичлиги.....                                                  | 24 |
| Оғирлик кучи майдони қийматининг ўлчовлари ва гравirazведканинг асбоблари..... | 25 |
| Оғирлик кучи майдонини маятник усули билан ўлчаш.....                          | 25 |
| Оғирлик кучи майдонини гравиметрлар билан ўлчаш усули.....                     | 26 |
| Оғирлик кучи градиентларини ўлчаш асбоблари.....                               | 27 |
| Гравиметрик хариталаш услуги.....                                              | 27 |
| Гравитацион аномалияларни талқин қилиш.....                                    | 28 |
| Аналитик усул билан тўғри ва тескари масалаларни ечиш.....                     | 29 |
| Шар устидаги гравитацион майдон.....                                           | 30 |
| Чексиз йўналган горизонтал цилиндр устидаги гравитацион майдон.....            | 31 |
| Гравитацион аномалияларни ажратиш (трансформациялаш).....                      | 33 |
| Гравитацион аномалияларга геологик маъно бериш.....                            | 34 |
| Худудий гравиметрик хариталаш натижаларини геологик талқин қилиш.....          | 35 |

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| Гравirazведканинг қўлланилиши..... | 36 |
| <b>ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКА УСУЛИ</b> ..... | 36 |

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| Тоғ жинсларининг электромагнит хоссалари.....        | 38 |
| Табиий электр майдони усулли.....                    | 41 |
| Табиий электр майдонининг ҳосил бўлиш сабаблари..... | 41 |
| Табиий майдон усулининг услуги.....                  | 42 |
| Ундалган потенциаллар усули (УП).....                | 43 |

|                                                                             |            |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------|
| Жисмни зарядлаш усули.....                                                  | 44         |
| Электроразведканинг асбоб-ускуналари.....                                   | 45         |
| Ўзгармас электр майдонига асосланган қаршилик усуллари.....                 | 46         |
| Нуктали манбанинг электр майдони.....                                       | 47         |
| Қаршилик усуллариининг мосламалари.....                                     | 47         |
| Туюлувчи солиштирма қаршилик.....                                           | 49         |
| Қаршилик усуллариининг ўрганиш чуқурлиги.....                               | 50         |
| Электрокесмалаш (электропрофиллаш ЭП).....                                  | 51         |
| Тоғ жинсларининг геоэлектрик кесими.....                                    | 52         |
| Тик электр азмойишлаш усули (ТЭА) ёки вертикал электр зондлаш ВЭЗ).....     | 53         |
| ВЭЗ эгри чизикларнинг турлари.....                                          | 55         |
| Диполли электр азмойишлаш (зондлаш) – ДЭЗ.....                              | 58         |
| Ундалган кутбланиш усули билан зондлаш (ВЭЗ-УП).....                        | 58         |
| ВЭЗ ва ДЭЗ натижаларини талқин қилиш.....                                   | 59         |
| ВЭЗ чизикларини қайта ишлаш (миқдорли талқин қилиш).....                    | 59         |
| Икки қатламли ВЭЗ чизикларини талқин қилиш.....                             | 60         |
| Уч қатламли чизикларни қайта ишлаш.....                                     | 60         |
| Ёрдамчи палетка билан қайта ишлаш.....                                      | 61         |
| Уч қатламли чизикларни уч қатламли палеткалар ёрдамида қайта ишлаш.....     | 63         |
| <b>ЎЗГАРУВЧАН ЭЛЕКТР ТОКИ УСУЛЛАРИ.....</b>                                 |            |
| Паст частотали электр токи усуллари.....                                    | 64         |
| Дала хариталашнинг услублари.....                                           | 69         |
| Радиотўлқинли ёритиш оркали урганиш усули.....                              | 70         |
| <b>СЕЙСМОРАЗВЕДКА.....</b>                                                  | <b>72</b>  |
| <b>СЕЙСМОРАЗВЕДКАНИНГ ФИЗИК-ГЕОЛОГИК АСОСЛАРИ.....</b>                      |            |
| Геологик муҳитда эластик тўлқин тебранишининг асосий назарияси.....         | 73         |
| Муҳит ва тоғ жинсларининг эластик ҳамда пьезоэлектрик хусусиятлари.....     | 79         |
| Сейсморазведканинг тўғри, тескари вазифаларини ечиш принциплари.....        | 82         |
| Кайтган тулқинлар усулин тугри ва тескари масалалари.....                   | 83         |
| Рефраген тўлқинларнинг тескари масалаларини ечиш принциплари.....           | 91         |
| Сейсмоэлектрик усулнинг назарий асослари.....                               | 92         |
| <b>СЕЙСМОРАЗВЕДКА УСУЛИ ВА АСБОБЛАРИ.....</b>                               | <b>93</b>  |
| Сейсморазведка асбобларининг тузилиш хусусиятлари.....                      | 93         |
| Дала сейсморазведкасида кузатиш услуби ва тизимлари.....                    | 97         |
| <b>СЕЙСМОРАЗВЕДКАГА ИШЛОВ БЕРИШ, ТАЛҚИН ҚИЛИШ ВА ҚЎЛЛАНИШ СОҲАЛАРИ.....</b> | <b>103</b> |
| Сейсморазведка маълумотларини талқин қилиш.....                             | 103        |
| Сейсморазведка маълумотларини миқдорли талқин қилиш.....                    | 106        |
| <b>Ядровий геофизика.....</b>                                               | <b>114</b> |
| Табиий радиоактивлик.....                                                   | 114        |
| Тоғ жинсларнинг радиоактивлик хоссалари.....                                | 115        |
| Қудукдаги каротаж далилларини геологик изоҳлаш.....                         |            |
| Ядровий нурланишнинг ўлчаш асбоблари.....                                   | 117        |
| Табиий радиоактивликни ўрганувчи усуллар.....                               | 118        |
| Сунъий радиоактивлик усуллари.....                                          | 119        |
| <b>ҚУДУҚЛАРДА ГЕОФИЗИКАВИЙ ТАДҚИҚОТЛАР ЎТКАЗИШ УСУЛЛАРИ...124</b>           |            |
| Қудуклар геофизикавий тадқиқотлар (ҚГТ) ўтказиш шароитлари.....             | 125        |
| Электрик каротаж усуллари.....                                              | 125        |
| Табиий майдон усули билан каротаж ўтказиш (каротаж ПС).....                 | 126        |
| Туюлувчи қаршилик усули каротажи.....                                       | 127        |

|                                                                      |     |          |
|----------------------------------------------------------------------|-----|----------|
| Ундалган кутбланиш каротажи (ВП).....                                | 129 |          |
| <b>ЯДРО – ФИЗИКАВИЙ КАРОТАЖ</b> .....                                | 130 |          |
| Гамма – каротаж.....                                                 | 130 |          |
| Гамма – гамма каротаж (ГГК).....                                     | 131 |          |
| Нейтронли – гамма каротаж (НГК).....                                 | 131 |          |
| Нейтрон – нейтронли каротаж.....                                     | 132 |          |
| Акустик каротаж (АК).....                                            | 132 |          |
| Термик каротаж.....                                                  | 133 |          |
| Қудукнинг техник ҳолатини ўрганиш усуллари.....                      | 133 |          |
| Қудукдаги каротаж далилларини геологик изоҳлаш.....                  | 133 |          |
| <b>ГЕОЛОГИК МАСАЛАЛАРНИ ЕЧИШДА ГЕОФИЗИК УСУЛЛАРНИ</b>                |     |          |
| <b>МАЖМУАЛАШ ВА ҚЎЛЛАНИЛИШИ</b> .....                                | 135 | Мажмуали |
| геофизик далилларни геологик изоҳлаш услубининг умумий               |     |          |
| асослари.....                                                        | 137 |          |
| Ҳудудий (регионал) геофизик тадқиқотлар.....                         | 139 |          |
| Ўрта масшабли геологик хариталаш.....                                | 141 |          |
| Йирик масшабли геологик хариталаш (қидирув хариталаш).....           | 143 |          |
| <b>Фойдали қазилма конларини қидириш</b> .....                       | 147 |          |
| Нефт ва газ конларини ўрганиш.....                                   | 147 |          |
| Маъдан конларни қидирув ва разведка ишлари.....                      | 148 |          |
| Номаъдан конларини қидириш.....                                      | 151 |          |
| <b>Гидрогеологик ва муҳандислик геология масалаларини ечиш</b> ..... | 152 |          |
| Ер ости сувлари ва уларни разведка қилиш.....                        | 152 |          |
| Муҳандислик геологик тадқиқотлар.....                                | 156 |          |
| Карстларни ўрганиш.....                                              | 157 |          |
| Физик-механик хоссаларни ўрганиш.....                                | 157 |          |
| <b>МУНДАРИЖА</b> .....                                               | 159 |          |
| Адабиётлар.....                                                      | 161 |          |

#### Адабиётлар

1. Агзамов А.А., Бобожонов Т.П. –“Сейсмик қидирув фанидан ўқув амалиётини ўтказиш учун услубий қўлланма” Тошкент “Университет”. 1995 йил.
2. Горбунова Л.М, Захаров В.П и др.-«Геофизические методы поисков и разведки». Л.Недра, 1982г.
3. Кузмина Э.Н, Никитин В.Н, Огильви А,А Хмелевской В.К-«Практикум по геофизическим методам исследований» МГУ. 1970г.
4. Атобоев Д.Х-«Сейсморазведка» Тошкент. «Университет», 1998йил.
5. В.К.Хмелевской-«Геофизические методы исследования». М.Недра.1988г.
6. Шарма П.-«Геофизические методы в региональной геологии» М. «Мир», 1989г.