



**0704000 «Пайдалы қазба кенорындарын іздеу мен барлаудың  
геофизикалық әдістері» мамандығына арналған «Әдістердің  
теориялық негіздері» пәнінен базалық тірек конспектісі**

**Азмухаметов Н.Т.**

**0704000 «Пайдалы қазба кенорындарын іздеу мен барлаудың геофизикалық әдістері» мамандығына арналған «Әдістердің теориялық негіздері» пәнінен базалық тірек конспектісі**

Колледждің әдістемелік кеңесінде бекітілген

Әзірленген \_\_\_\_\_  
(мерзім)

Қайта өңдеген \_\_\_\_\_  
(мерзім)

**Семей қаласы, 2017 ж.**

Азмухаметов Н.Т. 0704000 «Пайдалы қазба кенорындарын іздеу мен барлаудың геофизикалық әдістері» мамандығына арналған «Әдістердің теориялық негіздері» пәнінен базалық тірек конспектісі - \_\_\_бет

Базалық тірек конспекті оқу жұмыс бағдарламасына сәйкес 0704000 «Пайдалы қазба кенорындарын іздеу мен барлаудың геофизикалық әдістері» мамандыққа әзірленген және 2 курс студенттеріне арналған. Ол құрамында «Әдістердің теориялық негіздері» пәні бойынша 6 бөлімнен тұрады, негізгі теориялық және тәжірибелік материалдар, сондай-ақ, құрамында бақылау сұрақтары мен тапсырмалары бар. Негізгі түсініктердің анықтылығына, олардың ерекшеліктері мен түрлеріне қысқа мерзімде жаңа ақпараттарды пайдалана отырып студент жауап бере алады және емтиханды сәтті тапсыра алады. Базалық тірек конспектісі студенттерге ғана емес, оқытушыларға да сабаққа дайындалу және оны өткізу кезінде тиімді.

## *Мазмұны.*

	<b>бет</b>
Кіріспе. Даму тарихы	4
Ұңғымалардың жіктелуі. Геофизикалық әдістер арқылы шешілетін тапсырмалар.	6.
Тау жыныстарының өзіндік және жасанды поляризация потенциалдарының әдістері.	8.
Көрінерлік кедергі әдістері	14
Ұңғыманы зерттеудің индукциялық және диэлектрикалық әдістері.	21
Енжар гамма – сәулеленудің әдістері.	25
Нейтронды өрістің стационарлық және импульстік әдістері.	30
Ұңғыманы зерттеудің акустикалық әдістері	34
Тау жыныстарындағы акустикалық өріс	34
Акустикалық каротаж әдісінің физикалық негіздері.	36
Магниттік каротажы.	39
Ядролы-магниттік әдіс.	40
Жердің табиғи өрісі және жасанды жылу өрісі әдістерінің физикалық негіздері.	41
Ұңғыманың техникалық жағдайын меңгерудің әдістері.	45
Кавернометрия және профилометрия	45
Инклинометрия	46
Қабаттық наклонметрия.	48
Бұрғылау құбырының, шегендеуші бағандар мен цементті сақиналарды зерттеудің геофизикалық әдістері.	49
Жыныс үлгілерін, қабаттық флюидтер сынақтарын алу және қабаттарды сынақтан өткізу.	50
Перфорация және торпедалау.	52
Бұрғылау үрдісі кезінде ұңғымаларды геохимиялық зерттеу.	54
Ұңғымалардың газометриясы және люменесцентті-битуминологиялық әдіс.	54
Қолданыстағы мұнай мен газ ұңғымаларын геофизикалық зерттеу.	55
Қатты жайпақ және көлденең ұңғымаларды зерттеудің геофизикалық әдістері.	60.

## **Кіріспе. Даму тарихы**

**Жоспар: 1).** Ұңғыманы геофизикалық әдістермен зерттеу.

2). ҰГЗ әдістерінің қысқаша даму тарихы

Ұңғыманы геофизикалық әдістермен зерттеу (ҰГЗ) - қолданбалы геофизиканың бір саласына жатады. Ол пайдалы қазбалар кенорындарын іздеу, барлау және игеру барысында геологиялық және техникалық мәселелерді шешу үшін жүргізіледі.

Геофизикалық әдітер ұңғымадан керн алмай, онын геологиялық қимасы жайлы толық мағлұматтар алуға мүмкінді береді. Сөйтіп, бұрғылау жұмыстарының тиімділігін арттырып, пайдалы қазбалар кенорындарын барлау және пайдалану жұмыстарының бағасын арзандатады. Әсіресе, бұл айтылғандар терең ұңғымадан шығарылатын мұнай мен газ кенорындарында өте маңызды.

ҰГЗ алдында тұрғанан мақсаттарды шешу үшін , алдымен, ұңғыма ашқан ортаның физикалық қасиеттерін жан-жақты зерттеу қажет, Өйткені, ұңғыманың геометриясы өте күрделі болуына байланысты, онда жүргізілетін геофизикалық әдістерде әр түрлі болады. Сонымен ҰГЗ дегеніміз, жеке физикалық әдісті сипаттайтын түсінік емес, ол белгілі бір зерттеу объектісін, яғни ұңғыма айналасында орналасқан геологиялық ортаны зерттейтін әдістердің жиынтығын білдіретін түсінік болып саналады.

Геофизикалық зерттеу нәтижелеріне тек қана ұңғыма ашқан таужыныстар ғана емес, сонымен қатар физикалық қасиеттері әр түрлі ұңғыма оқпанын жуатын сұйық ертінділер де әсер етеді Олардың әсерінен кейбір кезде ұңғыма диаметрі өзгеруі ықтимал.

Геофизикалық зерттеулердің нәтижелерін дұрыс талдау үшін ұңғыма диаметрінің өзгерісін , оқпанды жуатын сұйықтың физикалық қасиеттерін және оның сүзгілерінің (филтраттарының) қабырғаға сіңу қалыңдығын білу қажет. Филтраттың ұңғыма қабырғасына сіңу қалыңдығы таужыныстың кеуектілігі мен өтімділігіне, сазды қабыршақтың өтімділігіне байланысты.

Ұңғыманың конструкциясына байланысты, оның оқпаны төмендеген сайын болат құбырмен шегенделеді (бектеледі). Тіпті кейбір бөлікшелерде(учаскелерде) мұндай құбырлар бірнеше болуы мүмкін. Құбырларды бекіту үшін ұңғыма қабырғасы мен бағана (колонна) арасын цементпен (цементтік тастармен) толтырады. Бұл жағдайда ұңғыманың қимасын тек қана радиобелсендік каротажбен, немесе термикалық және акустикалық, әдістермен зерттеуге болады. Осындай зерттеулер нәтижелершіне (жазылған диаграммаларға) таужыныстардың әсерімен қатар, құбырлар қабырғаларының және цемент тастардың қалыңдығы, цементтің ұңғыма мен құбырдың қабырғаларымен жабысу деңгейі, сыртындағы сұйықтардың айналымы ,мұнай құрамы және т.б факторлар қосымша әсер етеді.

ҰГЗ әдістерінің қысқаша даму тарихы. ҰГЗ- ны алғашқы әдісі қатарына ,оның температурасын өл-шеу жатқан .Мұндай зерттеулер ХІХ ғасырдың екінші жартысында, артезиандық ұңғымаларда жүр-гізілген .Ал мұнай ұңғымаларының температурасын өлшеу 1906-1916 жылдары белгілі ғалым Д.В.Голубятников басшылығымен Әзербайжан мен Дағыстан жерлерінде жүргізіледі.

1926-1928 жылдары К.Шлюмберже (Франция)алғашқы рет ұңғыманың геологиялық қимасынэлектірлі әдіспен (көрінерлік меншікті электр электр кедергісін өлшеу арқылы)зерттеуді ұсынды.1929 жылы И.М.Губкин, Д.В.Голубятниковпен бірге ұңғыманы электрлік зерттеуді (электр каротаж),алдымен Грознефть кәсіпшілігінде ,кейіннен Азнефть,Эмбанефть,Майкопнефть бірлестік-теріне қарасты ұңғымаларында жүргізген.

1931 жылы «Шлюмберже» фирмасының мамандары КСРО-ның геофизика мамандарымен біріге отырып, «меншікті поляризация потенциалдары» атты жаңа тәсіл практикаға енді.Бұл әдіс кедергі әдісін толықтырып,ұңғыманың геологиялық қимасын үздіксіз зерттеуге мүмкіндік берді.

1933жылы Бакуде академик М.Абрамович бұрғылау ертіндісіне талдау ,жасап,оның құрамындағы көмірсутек газын анықтауды ұсынды,яғный ұңғыманы газометриялау жаңа әдісі пайда болды.Осы кезде КСРО аумағында жылжымалы контакт (А.С.Семенов О.И.Владимиров), магниттік (В.А.Шпак) және басқа да әдістер пайда болды.

1934 жылы Ленинградтық геофизиктер Г.В.Горшков,А.Н.Граммаков, В.А.Шпак және Л.М.Курбатов табиғи радиобелсенділік, яғни гамма-әдісі, ал 1940 жылы академик Б.Понтекорво нейтрондық гамма-әдісін ұсынды.

1945-1955 жылдар аралығында И.М.Губкинатындағы мұнай институтында геофизик ғалымдары ұңғыманы микро деңгейде зерттеу үшін практикаға бірнеше жаңа тәсілдер енгізді. Ал 1948 жылы Х.Г.Долль индукциялық тәсілді енгізді.

Ұңғыманы термометриялық әдіспен зерттеу 1931-1932 жылдары ,ал магниттік әдістермен зерттеу 1934-1936 жылдары басталды.

1935 жылы С.Я.Литвинов пен Г. Н.Строцкий ұңғыма оқпанының диаметрінің өзгерісін өлшейтін жаңа кавернометрия атты әдіс ұсынды.

Акустикалық әдістердің ұңғыманы зерттеуде қолданылуы ХХ-ғасырдың 50-жылдары басталды.

1948-1953 жылдары Х.Г.Долль жетекшілігімен қазір қолданып жүрген бүйірлік және индукциялық, микрозонд әдістерінің негіздерін салды.

Электр кедергі әдісінің теориялық негізін академик В.А.Фок зерттеп дайындады. Оның ұңғымадағы электр өрісінің тарауын зерттеу шешімдерін Л.М.Альпин мен С.Г.Комаров кедергі әдісі нәтижелерін сандық талдау үшін пайдаланды.

Радиобелсенді әдістердің теориялық негіздері 1948 жылы А.И.Заборовский Г.В.Горшков кейінірек Ю.П.Булашевич еңбектерімен басталды.

Шет елдерде геофизикалық әдістердің теориялық негізін қалауда Г.Долль, Г.Арчи, М.Мартен, Д.Деван, Г.Гюйо, В.Рассел, М.Уайли және басқа мамандарының елеулі еңбектерін атап өтуге болады.

1931 жылдан бастап ұңғыманың қисаю бұрышы мен азимутын өлшейтін арнайы инклинометр атты прибор жасалып іске қосылды.

1950 жылдан бастап арнайы геофизикалық лабораториялар шығарылып, көптеген өлшеу және өңдеу жұмыстары автоматтандырылды.

Қазірде, ҰГЗ зерттеуі арнайы құрастырылған толық автоматтандырылған лабораториялық компле-кстермен жабдықталып, тіркеу процесі сандық түрде жүргізіледі. Алынған мағұлыматтарды өңдеу процесі бірден сол лабораториялық комплексте жүргізіліп, нәтижелері жедел талданады.

### **Бақылау сұрақтары: :**

- 1). Ұңғыманы геофизикалық әдістермен зерттеу?
- 2). ҰГЗ әдістерінің қысқаша даму тарихы?
- 3). Мұнай ұңғымаларының температурасын өлшеуді қашан және кім жүргізді?
- 4). 1948 жылы Х.Г.Долль қандай тәсілді енгізді?
- 5). Радиобелсенді әдістердің теориялық негіздерін қашан, кімдер қалады?

### **Ұңғымалардың жіктелуі. Геофизикалық әдістер арқылы шешілетін тапсырмалар.**

#### **Жоспар: 1. ҰГЗ және оны шешетін мәселелер**

2. Ұңғыманы электрлік және электромагниттік зерттеулердің теориялық негіздері.
3. ҰГЗ әдістерін жіктеу.

Ұңғыма -бұл ұзындығы диаметрінен едәуір үлкен тік немесе еңісті цилиндрлі тау қазындысы. Ұңғыма 3 бөліктен тұрады:

- 1). Ернеу –ұңғыма үсті .
- 2). Ұңғы (забой)
- 3). Оқпан – ернеуінен түбіне дейінгі цилиндрлі бөлігі.

Ұңғыманы мұнай, газ, көмір, кен, тұзшы және термалды су кен орындары, іздеу барлау немесе өндіру мақсатында сонымен қатар әр-түрлі геологиялық тапсырмаларды шешуге бұрғылайды.

Тау жыныстарының қабаттарын ашып, ұңғыма олардың табиғи астауын бұзады нәтижесінде физикалық химиялық (қасиеттері ) жағдайлары бұзылады.

Алғашқы геостатикалық және температура өзгереді. Тау жыныстары әр-түрлі механикалық қасиет-терге ие болады. Тығыз және өте жақсы цементтелген жыныстар бұрғылау кезінде қирамайды.

ҰГЗ-бұл ұңғыма айналасында және ұңғымааралық кеңестікте орналасқан таужыныстарын зеріт-теуге арналған физикалық әдістердің жиынтығы. Әдетте, ҰГЗ-ға ұңғыманың техникалық жағдайын зерттеу, қабаттарды сынымалау және ұңғыма қабырғасынан сынама алу, ұңғыманы теспелеу және торпедалау және тағы басқа жұмыстарды да жатқызады.

ҰГЗ әдістері төрт түрлі бағытта жүргізіледі:

- 1) . Ұңғыманың геологиялық қимасын зерттеуге.
- 2) . Ұңғыманың техникалық жағдайын бақылау.
- 3) . Мұнай мен газ кен орындарын игеру барысында бақылау жасау.
- 4) . Геофизикалық жұмыстар жүргізілетін ұңғымаларда атқылау-жару жұмыстарын орындау.

ҰГЗ әдістері көлемді екі топқа бөлінеді- каротаж және ұңғымалық геофизика әдістері . Ұңғыма оқпаны айналасында орналасқан таужыныстарды зерттеуге арналған геофизикалық әдістерді каротаж деп, ал ұңғымааралық кеңестікті зеріттейтін геофизикалық әдістерді ұңғымалық геофизика деп атайды.

Ұңғымадағы белгілі өріс көздерінің параметрлері мен ортаның сипаттамалары арқылы өрістің пара-метрлерін табу-ҰГЗ-нің тура есебі деп аталады. Іс жүзінде, керісінше, ұңғымада тіркелген өріс пара-метрлері бойынша ортаның сипаттамалары анықталады, яғни ҰГЗ –нің кері есебі шешіледі.

ҰГЗ әдістерін жіктеудің өзінше қиыншылықтары бар. Өйткені, жер бетінде жүргізілетін геофизикалық әдістер (сейсмарлау, электрбарлау және т.б.), пайдаланатын физикалық өрістер түріне байланысты (электромагниттік, серпімдітербелістер) топтастыруға болса, ұңғымада жүргізілетін геофизикалық әдістер өзіндік спецификалық (ұңғымалық) ерекшеліктерімен сипатталады. Жоғарда айтылған-дай, іс жүзінде тіпті ҰГЗ-ға байланысы жоқ, кейбір әдістерді, мәселен, ұңғыма қабырғасынан таужыныс сынамасын және флюид алу, ұңғыманы теспелеу, торпедалау және басқалар ҰГЗ әдістеріне жатқызады.

Қазір елуден астам ҰГЗ әдістері және олардың модификациялары белгілі. Әдістердің мұндай көп болуы бірнеше факторларға байланысты. Біріншіден, ҰГЗ-ның кері есебін шешу үшін көптеген әдістерді кешендеу қажет. Екіншіден, ҰГЗ әдістері әр түрлі жағдайда: ұңғыма ашқан шөгінді, метоморфтық, магмалық таужыныстарда, шегенделген немесе шегенделмеген, құрғақ, тұзды су ертінділермен немесе өткізбейтін жуынды сұйықтармен толтырылған ұңғымаларда қолданылады. Үшіншіден ҰГЗ әдістерін әр алуан: геологиялық, технологиялық, инженерлік және гидрогеологиялық мақсаттарды шешуге пайдаланады.

Әдетте, атқаратын міндеттеріне байланысты ҰГЗ әдістері екі топқа бөлінеді (кесте 1 )



Кестеде жан-жақты жіктеу, тек бірінші топ әдістері арасында жүргізілген. Өйткені, бұл топқа нағыз геофизикалық әдістер кіреді. Ал екінші, аралас топқа кіретін әдістерді жіктеу, мамандардың пікірін-ше шешілетін мәселелерге байланысты болуы тиімді деп айтады. Айта кететін жәйт, кестеде келтірілген ҰГЗ әдістері және олардың модификациялары іс жүзінде белгілі әдістерді қамтиды.

А). ҰГЗ әдістерінің маңыздылығы және қалыптасуы. Жалпы геологиялық және геофизикалық бар-лау әдістері арасында, әдістерінің жылдан-жылға ролі өсіуде. Бұл екі түрлі жағдайға байланысты.

Біріншіден, Жер бетіне жақын орналасқан кенорындары жылдан-жылға азайып келеді, сондықтан жер қойнауының терең бөліктеріндегі кенорындарын игеру үшін терең ұңғымалар бұрғылау қажет. Сондықтан – геофизикалық әдістерді қолданып, керн алуды тоқтатып немесе азайту керек.

Екіншіден, ұңғымасы тереңдеген сайын, одан керн алу қиындай түседі және оны жер бетіне шығарып зерттеу, табиғый жатысына сәйкес келмейді.

Ұңғымасыдан алынған материалдарды талдау жаңа геофизикалық интерпретациялау тәсілдерін қажет етеді. Олардың нәтижелері ұңғыманың геологиялық қимасы және сол қимадағы пайдалы қазбалар қабаттары жайлы құнды мәліметтер береді. Бұл процесс төрт кезеңнен тұрады.

**1-кезең**- ұңғымасы ішінде орналасқан аспаптардан кабель арқылы тіркеуіш аспаптарға жеткен геофизикалық параметрлерді сипаттайтын сигналды қисық сызықтармен ауыстыру (көрінерлік және тиімділік кедергілер, меншікті және жасанды поляризациялар потенциалдары және т.б.). Бұл процес дала жұмыстары барысында диаграмманы жазу арқылы орындалады. Диаграмманы талдаушы интерпретатор-мамандар қолына жоғары сапалы эталондалған геофизикалық диаграммалар келіп түседі.

**2-кезең**- 1-кезеңнің нәтижесінде алынған геофизикалық параметрлерден ұңғымасы қимасындағы тау-жыныстардың нақты физикалық қасиеттеріне көшу (электірлік меншікті кедергісі, электрхимиялық белсенділік, тығыздық және т.б.) қажет. Бұл процес ұңғыманы әр түрлі зондтармен қосымша зерттеуді және күрделі интерпретациялау жұмыстарын жүргізу үшін қажет.

Ұңғымасыда өлшенетін геофизикалық параметрлер тек зерттелетін тау-жыныстардың физикалық қасиеттерін ғана емес, сонымен қатар қабаттардың қалыңдығын, ұңғыманың диаметрін, сазды ерітінділердің физикалық қасиеттерін, өлшеуші приборлардың мөлшерін, шегендеу құбырының сапасы мен диаметрін және көптеген басқа параметрлерді анықтауға мүмкіндік береді. Сондықтан, интерпретатор осылардың барлығының геофизикалық параметрлерге әсерін анықтап, керек болса олар үшін түзе-тулер енгізуді толық білуі керек.



**3-кезең**-таужыныстарының физикалық қасиеттерінен олардың литологиясына (құрамы, құрылымы және жаралу тегі) және коллекторлық қасиеттеріне көшу. Бұл кезеңде алынған мағұлыматтарды бірге өңдеу нәтижесінде ұңғыма қимасындағы таужыныстардың диагноздық (танымалық) белгімері табылады, және олардағы мұнай мен газ, көмір, руда және басқа пайдалы қазбалардың барлығын анықталады.

Сонымен қатар, бұл кезеңде геофизикалық мәліметтер бойынша таужыныстардың кеуектілік және өтімділік коэффициенттері, саздылығы, мұнай - газ қанықтылығы, көмір, руда мөлшері және т.б. мәселелер қаралады.

Осы мағұлыматтар арқасында көптеген геологиялы мәселелер шешіледі:

а). ұңғыманың қимасын жан-жақты зерттеу;

б). ұңғыма орналасқан ауданның геологиялық құрылысын барлау;

в). пайдалы қазбалар шоғырларының құрылысын зерттеп, олардың кеңістікте таралуын және пайдалы қазба қорын есептеуге басқа да қажетті деректер анықталады.

**4-кезең**-геологиялық зерттеу нәтижелерін жоғарыда келтірілген мәселерді шешу үшін пайдалану. Бұл интерпретациялаудың қортынды кезеңі, ол болашақ зерттеудің перспективасы жоспарлап, аймақтық геология мәселелерін шешу үшін жүргізеді.

### **Бақылау сұрақтары:**

- 1- ҰГЗ және оны шешетін мәселелер?
- 2- Ұңғыманы электрлік және электромагниттік зерттеулердің теориялық негіздері?
- 3- ҰГЗ әдістерін жіктеу?
- 4- ҰГЗ әдістері төрт түрлі бағытта жүргізіледі, соларды ата?

### **Таужыныстарының өзіндік және жасанды полярлау потенциалдарының әдістемесі**

**Жоспар:1.** Өздігінен поляризацияланатын потенциалдар әдістің физикалық негіздері?

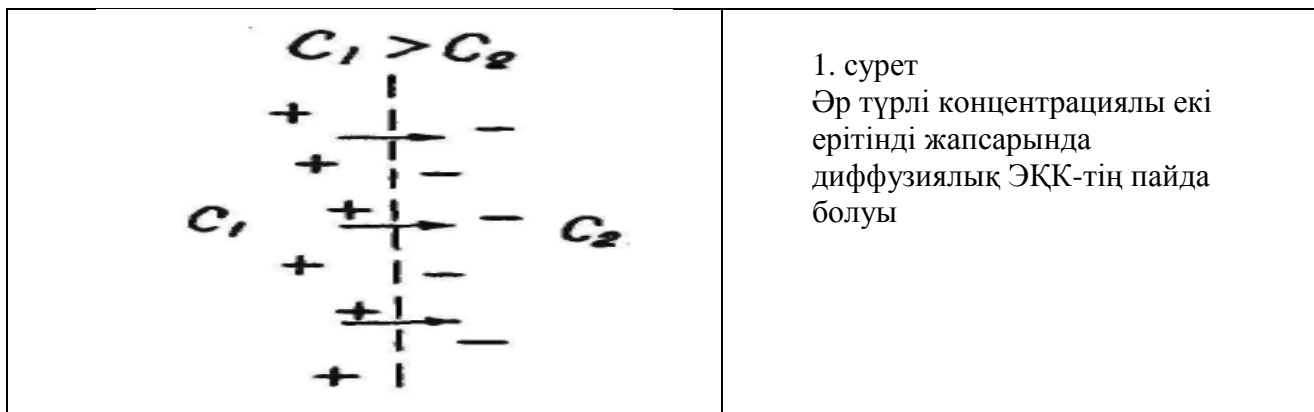
2. Диффузиялық - адсорбциялық потенциалдар?
3. Сүзгі (фльтрациялық) потенциалдар?
4. Тотығу-тотықсыздану потенциалы?
5. Жасанды поляризация потенциалдық әдістері

1. Өздігінен поляризацияланатын потенциалдар әдісі

**Әдістің физикалық негіздері.** Өздігінен поляризацияланатын потенциалдар әдісі ол геофизикалық электрбарлау әдісіндегі табиғи өріс әдісіне ұқсас. Оның мәні, ұңғыма бойымен жылжитын М элект-родымен ұңғыма ернеуін де орналасқан, қозғалмайтын N электроды арасындағы табиғи электрлік потенциалдар айырмасын тіркеу болып саналады.

Ұңғымадағы табиғи электрлік потенциалдар таужыныспен ұңғыма шекараларын да және таужыныс ішінде жүріп жатқан физикалық-химиялық процесстерге байланысты. Әдетте, ӨП потенциалдары диффузиялық-адсорбциялық, сүзгі және тотығу-тотықсыздану болып үшке бөлінеді.

2. Диффузиялық-адсорбциялық потенциалдар Диффузиялық-адсорбциялық потенциалдар қабат суы мен бұрғылау ерітіндісінде еріген тұздардың химиялық құрамы мен концентрациясының айырмашылығынан туындайды. Әр түрлі концентрациялы (немесе құрамы бойынша) ерітінділердің жапсарын-да жоғары қойылтылған ерітіндіден төменгі мөлшерде қойылтылған ерітінді бағытында иондардың диффузиясы жүреді. Диффузия жылдамдығы әр таңбалы иондарда әртүрлі: катиондар да (+) аз, ал аниондар да (-) көбірек. Қозғалыс жылдамдығы әртүрлі болғандықтан, біршама уақыттан кейін бол-машы ерітінді де теріс таңбалы иондар саны көбейеді, ал қойылтылған ерітіндіде – оң таңбалы ион-дар көбейеді, сөйтіп ерітіндінің өзіндік заряды пайда болады (1. сурет)



Концентрациясы әр түрлі екі электролит арасындағы потенциалдар айырмасы В.Нэрнст (1864-1941) теңдеуі бойынша анықталады:

$$E_{\partial} = \frac{RT}{n \cdot F} \cdot \frac{u-v}{u+v} \cdot \ln \frac{c_1}{c_2},$$

мұнда R – универсалды газдық тұрақты

$$R = 8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}$$

F- Фарадей саны

$$F = 96500 \frac{\text{Кл}}{\text{моль}}$$

T- абсолюттік температура, К; n – ерітіндідегі иондар валент тігі; u – катиондар қозғалысын сипаттайды; v – аниондар қозғалысын сипаттайды; c1, c2 – түйскен ерітінділердің концентрациясы егер

T = const болса, логарифм алдында тұрған барлық параметрлер тұрақты шама болады, оны *диффузиялық потенциалдар коэффициенті* деп атайды

$$E_{\partial} = 2,3 \frac{RT}{nF} \cdot \frac{u-v}{u+v} \lg \frac{c_1}{c_2} = K_{\partial} \lg \frac{c_1}{c_2}.$$

Нэрнст формуласы тұздың өте сұйылтылған ерітінділеріне тән. Ал, ұңғымадағы қабаттық суды және бұрғылау ерітіндісін шамамен NaCl ерітіндісі деп айтуға болады. Енді, осы тұзға тән K<sub>∂</sub> мөлшерін есептеп көрейік. Анықтамалық деректер бойынша, 20°C температурада Na<sup>+</sup> иондардың абсолюттік қозғалмалығы v=0,00045 см/с, ал Cl<sup>-</sup> иондардың v=0,00067 см/с. Осы деректерді формулаға қойып K<sub>∂</sub> мөлшерін анықтауға болады.

$$K_{\partial} = 2,3 \frac{RT}{nF} \cdot \frac{u-v}{u+v} = 2,3 \frac{8,314 \cdot 293}{96500 \cdot 1} \cdot \frac{0,00045 - 0,00067}{0,00045 + 0,00067} = -11,6 \text{ мВ}.$$

Осы формуладан

$$E_{\partial} = -11,6 \lg \frac{c_1}{c_2} = -11,6 \lg \frac{\rho_2}{\rho_1} \text{ мВ}.$$

Басқа тұздар үшін E<sub>∂</sub> мөлшері өзгеше болады. Температура өзгерген сайын K<sub>∂</sub> шамасыда өзгереді.

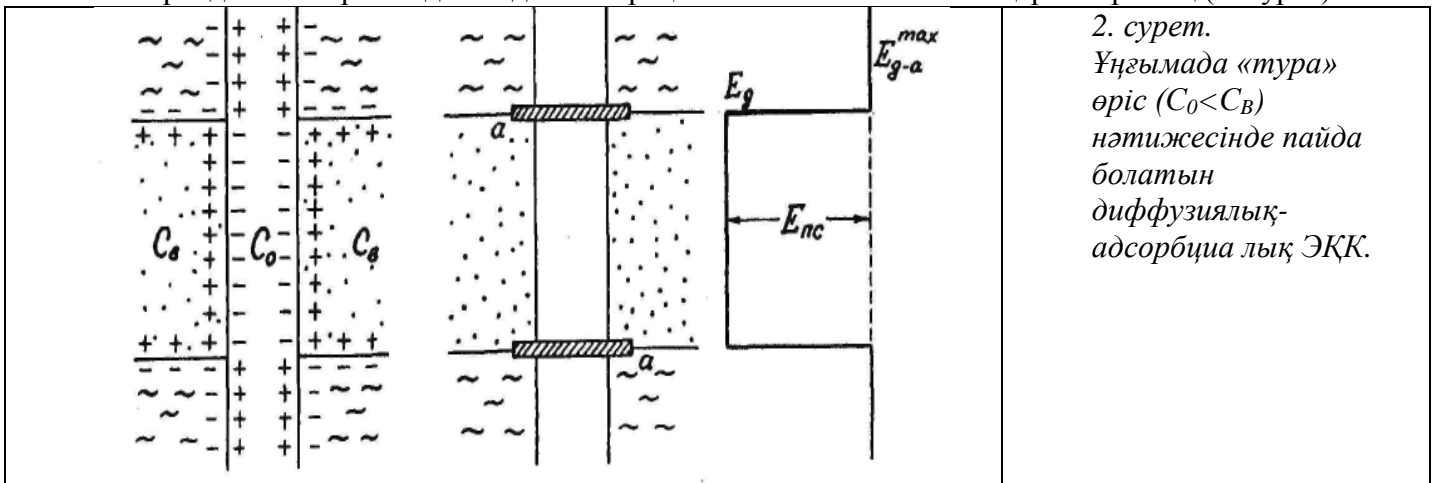
$$K_{\partial}^t = K_{\partial}^{20} \frac{273 + t}{293}.$$

Егер әртүрлі концентрациялы ерітінділер бір-бірімен тікелей емес, таужыныс қалқаны (мембрана) арқылы жапсарласа, онда өлшенетін потенциал Нэрнст потенциалынан өзгеше

болады. Өйткені, мембрана ( тау жыныс ) кейбір иондарды өткізбейді. Мұндай жағдайда, өшенген потенциал **мембрандық немесе диффузиялық-адсорбциялық**  $E_{da}$  деп аталады. Мембрандық потенциал жапсарласқан ерітінділер концентрациялары қатынасының логарифміне пропорционал, бірақ пропорционалдық коэффициент  $K_{da}$  мембрананың адсорбциялық қасиеттеріне тәуелді және ол  $K_{d}$  коэффициентінен мөлшерімен және таңбасымен айрықшалаынады. Адсорбциялық белсенділігі нольге тең таза кварц құмдары және құмтастар үшін  $K_{da} = K_{d} = -11,6$  мВ ( $t=20$  °С), адсорбциялық белсенділігі жоғары жұқа дисперсиялық саздар үшін  $K_{da} = K_{dmax} = +58$  мВ. Сазды құмтастар, алевролиттер және басқа да тау жыныстары үшін  $K_{da}$  аралық мәндерімен сипатталады. Адсорбциялық белсенділігі жоғары және төмен тау жыныстар шекарасында диффузиялық-адсорбциялық потенциал ең жоғары мәнге ие болады, яғни таза кварц құмы мен жұқа дисперсиялық саз шекарасында:

$$E_{pc} = E_{\theta} - E_{\theta a} = -11,6 \lg \frac{c_1}{c_2} - 58 \lg \frac{c_1}{c_2} = -69,6 \lg \frac{c_1}{c_2}.$$

Мысал ретінде ұңғымада орыналатын бұрғылау ерітіндісі  $C_0$  мен қабаттық су  $C_B$  минералдылығы арасындағы әдеттегі арақатынасты  $C_B - C_0 < C_B$  қарастырайық (2. сурет).



Құм қабаты диффузиялық процеске және иондар қозғалысына әсер етпейді. Сондықтан құм қабаты үстінде бұрғылау ерітіндісі теріс зарядталады, ал тұзды қабаттық сумен қаныққан құмтас – оң зарядталады. Енді қабаттық су мен бұрғылау ерітіндісі саз арқылы жапсарласады деп қарастырайық (бұл жерде саз мембрана ролін атқарады). Саз аниондарды (-) өткізбейді, тек қана катиондарды (+) өткізеді, сондықтан тез арада концентрациясы аз ерітінді концентрациясы көбірек ерітіндіге қарағанда оң таңбалы зарядталады.

Сонымен, ұңғымадағы ерітінді саз үстінде оң таңбалы, ал құмтас үстінде теріс таңбалы зарядтармен сипатталады. ӨП потенциалының бұлай таралуы  $C_0 < C_B$  болған жағдайда ғана кездеседі, оны

ӨП-нің «тура өрісі» («прямое поле» ПС) деп атайды.

Егер  $C_0 > C_B$  болған жағдайда, ұңғымадағы саз оң таңбалы, ал құмтас – теріс таңбалармен сипатталып, бұны «ӨП-нің теріс өрісі» («обратное поле» ПС) деп атайды.

ӨП-нің теріс өрісі, іс жүзінде сирек кездеседі, өйткені мұнай кен орындарында қабаттық сулар терең де болады және оның температурасы жоғары, сондықтан, олардың минералдылығы жоғары; ал бұрғылау ерітіндісін жер бетіндегі судан (көл немесе өзен сулары) даярлайды, оның минералдылығы төмен  $C_0 < C_B$ . ӨП-нің теріс өрісі ұңғыманы құрғақшылық аудандарда бұрғылағанда пайда болады, өйткені бұрғылау ерітіндісін дайындау барысында

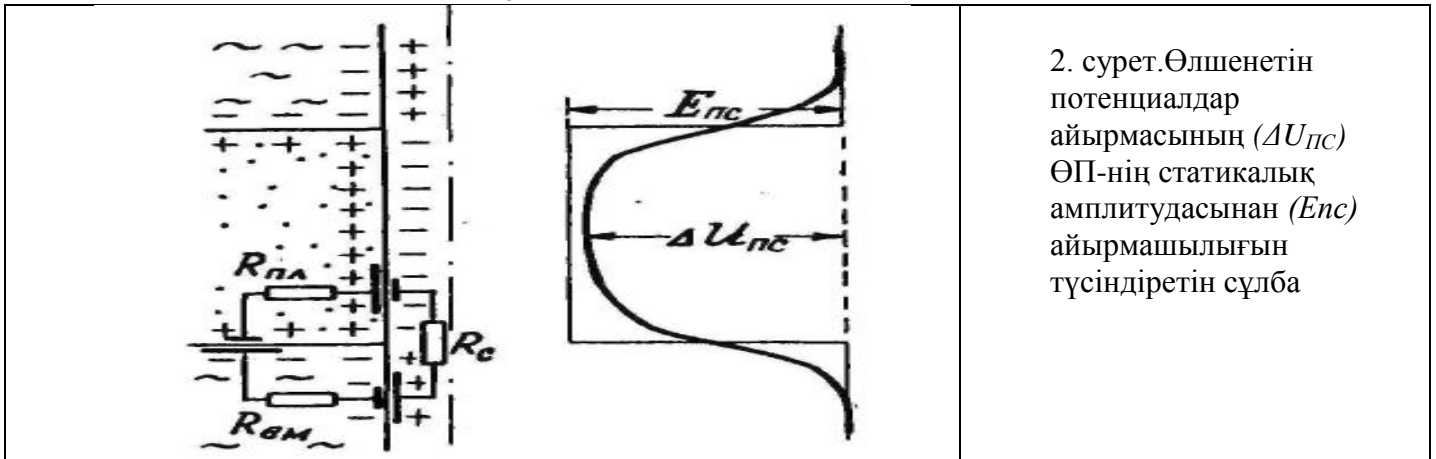
жергілікті жерде кездесетін тұзды сулар пайдаланылады, ал жерасты суы – тұщы  $C_0 > C_B$ .

Егер ұңғыма оқпанындағы коллектор қабаты орналасқан бөлікшені бұрғылау ерітіндісінен өткізбейтін материалдан жасалған қалқанмен бөліктесе (2. б сурет), онда қабатпен оны сыйыстырушы саз арасында өзіндік поляризация потенциалының «статикалық» мәні  $\Delta E_{pc}$  тіркеледі (оның графигі 2. б суретінде көрсетілген).

Іс жүзінде мұндай қалқандар кездеспейді, ұңғымада  $\Theta\Pi$  тоғы  $Inc$  айнала таралып, ұңғыма кедергісі  $R_c$ , қабат кедергісі  $R_{пл}$  және сыйыстырушы тау жыныс кедергісі арқылы тұйықталады (3 сурет). Сондықтанда, тіркелген  $\Delta U_{nc}$  амплитудасы «статикалық» өрістің бір бөлігін ғана құрап, оның мәні ұңғыма мен  $R_c$ -тен құралатын тізбекке түсетін кернеуге тең.

$$\Delta U_{nc} = i_{nc} \cdot R_c = E_{nc} - i_{nc} (R_{пл} + R_{вм}).$$

Өткізгіш қимасындағы  $R_c$  қабат және сыйыстырушы тау жыныстарынан әлде қайда кем болғандықтан  $R_c > R_{пл}$  және  $R_c > R_{вм}$ .



2. сурет. Өлшенетін потенциалдар айырмасының ( $\Delta U_{nc}$ )  $\Theta\Pi$ -нің статикалық амплитудасынан ( $E_{nc}$ ) айырмашылығын түсіндіретін сұлба

Егер құмтас пен саз қабаттары аса қалың болса, онда өткізгіштер қимасы  $R_{пл}$  және  $R_{вм}$  шексіз, ал  $h \rightarrow \infty$ ,  $R_{пл} \rightarrow 0$  және  $R_{вм} \rightarrow 0$ ;

сондықтан  $\Delta U_{nc} \approx \Delta E_{nc}$ . Егер қабат қалыңдығы аз болса, қабаттың екінші шекарасында  $inc$  тоғы таралып, өткізгіш қимасы  $R_m$  қабат қалыңдығы жартысымен шектеледі. Бұл жағдайда қабат сыйыстырушы тау жыныстар бөлікшесін де түсетін кернеуді, әсіресе егер қабаттың кедергісі жоғары болса, есептемеуге болмайды.

Олай болса, қалыңдығы шектелген қабаттар үшін

$$\Delta U_{nc} < \Delta E_{nc} \quad \text{немесе} \quad \Delta U_{nc} / \Delta E_{nc} = \beta < 1$$

$\beta$  – амплитуданың басылу коэффициенті деп аталады.

Ұңғыма оқпанымен таралатын  $\Delta U_{nc}$  потенциалын анықтау әдістемесі теориялық және моделдік зерттеулер арқылы шешілген. Теориялық  $\Theta\Pi$  қисық сызықтары есептеліп,  $\beta$  анықтау үшін номограммалар тұрғызылған.

Бұрғылау ерітіндісінің ену белдемі тіркелген  $\Delta U_{nc}$  амплитудасын азайтады, өйткені бұл ұңғыманың диаметрінің  $d$  кеңеюі мен және  $h/d$  қатынасының кішіреюі мен бірдей.

## Тау жыныстарының өзіндік және жасанды полярлау потенциалдарының әдістемесі

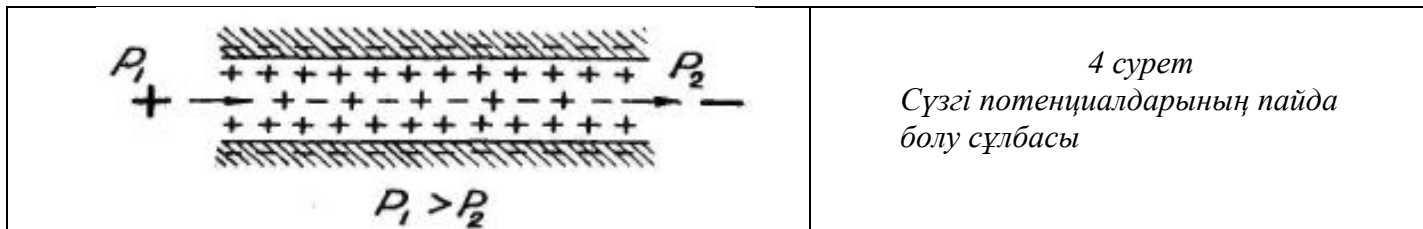
### Жоспар: 1. Сүзгі (фильтрациялық) потенциалдар

#### 2. Өздігінен поляризацияланатын потенциалдар әдістің физикалық негіздері

#### Сүзгі (фильтрациялық) потенциалдар

Сүзгі потенциалдары немесе ағын потенциалдары бұрғылау ерітіндісінің ұңғымадан қабатқа немесе керісінше, қабаттық су қабатынан ұңғымаға (ұңғыма мен қабаттағы қысымдардың арақа-тынасына байланысты) сіңуінен пайда болады.

Сүзгі потенциалдары тау жыныс беткейіндегі бөлшектердің иондарды жұтып алуынан пайда болады. Сұйықтың ағу бағытын да бір таңбалы иондар басым жұтылады, ал бұл болса түтік(капилляр) ұшында иондардың жетіспеушілігін тудырады, сөйтіп канал ұштарында 4-суреттегідей потенциал айырмасы пайда болады.



4 сурет  
Сүзгі потенциалдарының пайда болу сұлбасы

Сүзгі потенциалдары теориясының математикалық негіздемесін белгілі ғалым Г. Гельмгольц (1821-1894) жасаған, сондықтан ағын потенциалы кейде Гельмгольц потенциалы деп те аталады.

Гельмгольц бойынша:

$$E_{\phi} = \frac{\epsilon \rho \xi}{4\mu} \cdot \Delta p, \quad (2.35)$$

мұнда  $\Delta p$  - қысымның өзгерісі;

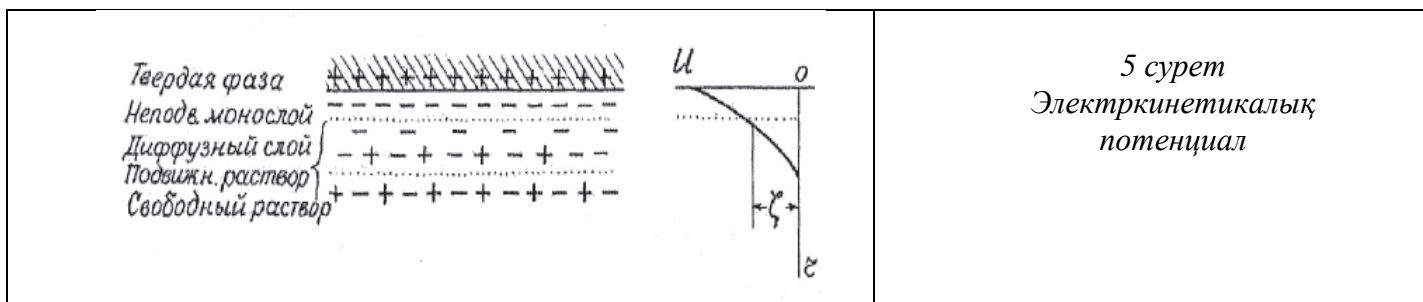
$\mu$  - ерітіндінің тұтқырлығы;

$\epsilon$  – диэлектрлік өтімділік;

$\rho$  – ерітіндінің меншікті электр кедергісі;

$f$  – электркинетикалық немесе  $\xi$ -потенциал.

$\xi$  – потенциал деп түтіктегі (капиллярдағы) ион дардың диффуздық қабатының қозғалмайтын бөлігімен бос ерітінді арасындағы потенциалдар айырмасын айтады (5 сурет),  $\xi$  – потенциал оң немесе теріс таңбалы болуы мүмкін.



5 сурет  
Электркинетикалық потенциал

(2.35) формуласы кеуекті ортаға арналған, ондағы капиллярдың орташа тиімді радиусы, оның қабырғасындағы қос электр қабатының қалыңдығынан әлде қайда қалың. Сүзгі потенциалдары айырма-сының таңбасы  $\xi$  – потенциалының таңбасы мен сүзгіге ну бағытына сәйкес анықталады. Іс жүзінде, ағын потенциалы (2.35) формуласы мен нақты анықталмайды. Өйткені,  $E_{\phi}$  тау жыныстың өтімділігі-не байланысты, яғни ерітінді сүзгіленетін капиллярдың түрі мен мөлшеріне тәуелді.

Профессор В.Н.Дахновтың пікірінше,  $E_{\phi}$ -тің практикалық және теориялық мәндері арасындағы айырмашылық капилляр қабырғасының кеңейуіне байланысты, сондықтан электр тогы өткізетін қима сүзгіленетін ерітінді қимасынан үлкенірек болады.

Ұңғымадағы сүзгі потенциалы аса көп емес, әдетте 4-5, кейде 10 мВ-қа жетеді (электрбарлау практи-касында, сүзгі потенциалы бірнеше В-қа жетеді).

Мөлшерінің аз болғанына қарамастан, сүзгі потенциалы, іс жүзінде, қабат қысымын анықтау үшін пайдаланылады.

(2.35) формуласын да  $\Delta p$  шамасының алдында тұрған параметрлер тұрақты болып саналады, олай болса

$$\Delta p = P_{СКВ} - P_{ПЛ}, \quad (2.36)$$

Мұнда,  $P_{СКВ}$  – ұңғымадағы гидростатикалық қысым, ол қабат үстіндегі сұйықтың биіктігі арқылы оңай анықталады;  $P_{ПЛ}$  – қабаттың қысымы.

Сонымен,

$$\Delta p = P_{СКВ} - P_{ПЛ}, \quad (2.37)$$

Ұңғымадағы сүзгі потенциалдары айырмасын өлшеп, белгілі бір мөлшерде ұңғымаға ерітіндіні құйып немесе одан ерітіндіні шығарып, гидростатикалық қысым мөлшерін өзгертеді. Сөйтіп, қайта сүзгі потенциалын өлшейді

$$E'_\phi = K_\phi (P'_{СКВ} - P_{ПЛ}) \quad (2.38)$$

(2.37) және (2.38) теңдеулері  $K_\phi$  және  $p_{пл}$  екі белгісі бар теңдеу құрайды, оны шешу арқылы  $p_{пл}$  мәні анықталады.

#### 4. Тотығу-тотықсыздану потенциалы

Тотығу-тотықсыздану потенциалы тотығу-тотықсыздану реакциясы кезінде пайда болады. Химиялық реакция кезінде тотығатын орта өз электронын беріп оң таңбалы заряд алады, ал тотық-сызданатын орта электронды қабылдап теріс заряд алады.

Осы потенциалдар айырмасы төмендегі теңдеумен сипатталады:

$$E_{ОВ} = \frac{RT}{nF} \ln K \frac{c'}{c''}$$

Мұнда  $K$  – тотығу-тотықсыздану ортасында жүретін реакцияның тұрақтысы;  $C^I$  және  $C^{II}$  – жоғары және төменгі тотығу дәрежесіндегі заттардың концентрациясы.

Потенциалдар айырмасының  $E_{ОВ}$  ең жоғары мәні сульфидті минералданған белдемде болады. Өйткені, рудалық минералдар ауадағы немесе жерасты суындағы (және де бұрғылау ерітіндісіндегі)

оттегімен тотығады. Мысал ретінде пирит минералының тотығу реакциясын айтуға болады:  $2FeS_2 + 1O_2 + 2H_2O = 2FeSO_4 + 2H_2SO_4$ .

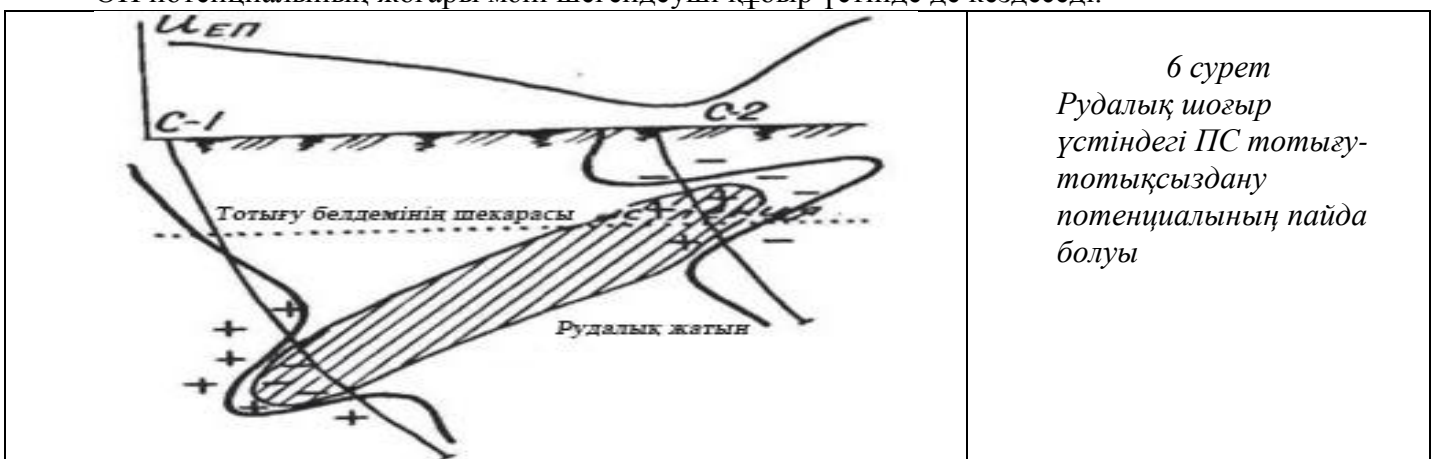
$Fe$  катиондары пирит бет кейін де іріктеліп жұтылады, оның бетін оң таңбалы зарядтармен зарядтай-ды, ал тау жынысты қанықтыратын су  $SO_4^{-2}$  аниондары арқылы теріс зарядталады.

Потенциалдар айырмасының  $E_{ОВ}$  шамасы ұңғымадағы рудалық қималарда 300-400 мВ-қажетуі ықти-мал. Бұндай жоғары шама тек тотығу-тотықсыздану процесінің қарқындылығынан ғана емес, руда-лық денелердің электр тогына кедергісі төменгі мөлшермен сипатталуына байланысты болады.

Мұндай процес көмірлі тақтатас, көмір қазбасы, графит кенорындарын да кездеседі. Мұның себебі тек көмірдің тотығуынан ғана емес, сонымен қатар сульфидті минералдардың сеппелерінің тотығуына байланысты.

Тотығу-тотықсыздану өрісі рудалық денеден немесе көмір қабаттарынан ондаған метр қашықтық қатарайды. Рудалық шоғырлар арқылы өтетін ұңғымалардың тотықсыздану белдемінде табиғи өріс аномалиясының кереғарлығы (полярылығы) теріс таңбамен сипатталады (6 сурет).

ӨП потенциалының жоғары мәні шегендеуші құбыр үстінде де кездеседі.

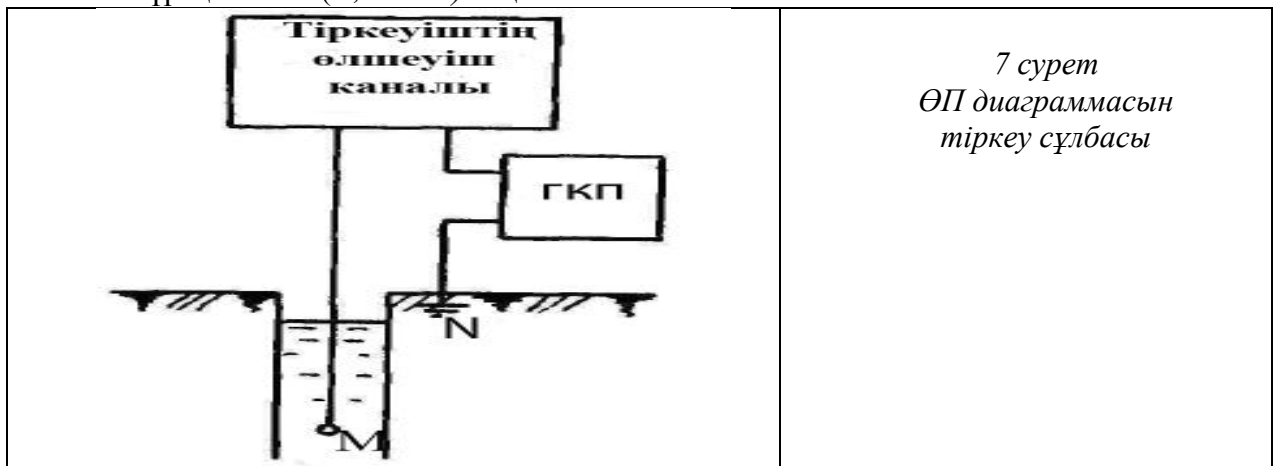


6 сурет  
Рудалық шоғыр  
үстіндегі ПС тотығу-  
тотықсыздану  
потенциалының пайда  
болуы

Жалпы алғанда, ұңғымадағы ӨП потенциалының аномалиясы бірнеше себептерге байланысты болуы ықтимал. Мәселен, құмтас-сазды қималарда диффузиялық-адсорбциялық және сүзгі процестері, ал қоңыр көмірлер кенорындарында – диффузиялық-адсорбциялық, сүзгі және тотығу-тотықсыздану процестері жүреді.

### 5. ӨП диаграммасын тіркеу сұлбасы

ӨП потенциалын тіркеу сұлбасы 7 суретте келтірілген. Олқарапайым, екі қабылдаушы электродтан және тіркеуіштің өлшеуіш каналынан тұрады. Тіркеу сұлбасына, сонымен қатар, жазу масштабымен жазу алдында фото тіркеуіштің гальванометрін диаграмма лентасы ортасына орналастыру үшін, қосымша ГКП (градуированный компенсатор поляризации) ендіреді. ӨП диаграммасының масштабы  $n$  өлшеуіш каналдың кернеу бойынша тұрақтысына ( $m, мВ/см$ ) тең.



Айта кететін жәйт, ӨП әдісі өзінің қарапайымдығына қарамастан КС әдісінен кейін, 1929 жылы, пайда болды. Бұған дейін, ӨП потенциалы КК диаграммасын жазу кезінде бөгеуіл ретінде қарастырылып, одан құтылу жолдары іздестірілген. Кейінірек, бөгеуілді тіркеп, оны талдау арқылы қосымша деректер алуға болатыны анықталды. Қазірде ӨП әдісі КК әдісімен бірге жүргізіліп, бұл екі әдістер диаграммасын бірдей тіркеу үшін арнайы аспаптар шығарыла бастады. КК+ ӨП комплексін *стандартты электрлік каротаж* деп атайды.

### Бақылау сұрақтары:

- Өздігінен поляризацияланатын потенциалдар әдістің физикалық негіздері?
- Диффузиялық - адсорбциялық потенциалдар?
- Сүзгі (фльтрациялық) потенциалдар?
- Тотығу-тотықсыздану потенциалы?
- Жасанды поляризация потенциалдық әдістері

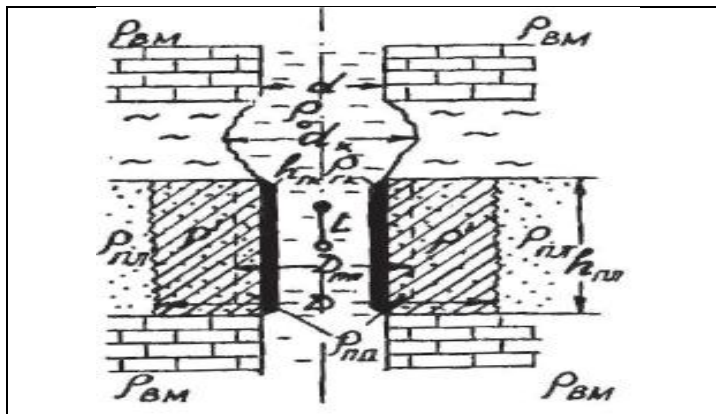
### Көрінерлік кедергі әдістері

**Жоспар:** 1. Әдістің физикалық негіздері

2. КК әдісінде қолданатын зонд турлері

### Көрінерлік кедергі әдісі

**Әдістің физикалық негіздері.** Көрінерлік кедергі әдісі геофизикалық электр барлау әдісіндегі элек-тропрофильдеу әдісіне ұқсас. Ұңғымада өлшеу төртэлектродты AMNB қондырғысымен жүргізледі. Бір электрод (В немесе N) ұңғыма ернеуінде, жер бетінде орнатылады. Қалған үш электрод, өзара ара қашықтықтарын өзгертпей ұңғыма бойымен жалжиды. Мұндай қондырғыны зондты қондырғы неме-се КК зонды деп атайды. Ұңғыма ернеуінде орналасқан электродты мамандар өзара жалпы сөзбен «каротажник» немесе «рыба» деп атайды.



Сурет 8. Ұңғымада өлшеу жүргізу барысында меншікті электр кедергісіне әсер ететін факторлар

Ұңғыма ернеуінде В электроды орналақан деп алайық А тоқты біртекті ортада орналасқан нүктелі ток көзі деп қабылдайық ток көзінен тоқты сызықтар жан жаққа тарамдалып эквипотенциалдық беткейдің формасы сфера болады. Физика заңдылығы бойынша нүктелік ток көзі өрісінің потенциалы I ток көзі r қащықтықта, кедергісі P тең біртекті изотопты ортада

$$U_M = \frac{\rho I}{4\pi r_M}$$

Олай болса:

$$U_M^A = \frac{I\rho}{4\pi} \cdot \frac{1}{AM}; \quad U_N^A = \frac{I\rho}{4\pi} \cdot \frac{1}{AN};$$

$$\Delta U_{MN} = U_M^A - U_N^A = \frac{\rho I}{4\pi} \left( \frac{1}{AM} - \frac{1}{AN} \right) = \frac{\rho I}{4\pi} \cdot \frac{AN \cdot AM - AM \cdot AN}{AM \cdot AN} = \frac{\rho I}{4\pi} \cdot \frac{MN}{AM \cdot AN} \quad 2.3$$

Сонымен А электродының I электроды және M және N электродтары арасындағы потенциалдар айырмасы  $\Delta U_{MN}$  өлшеп ортаның кедергісін есептеп табуға болады

$$\rho = 4\pi \frac{AM \cdot AN}{MN} \cdot \frac{\Delta U}{I} = K \frac{\Delta U}{I} \quad 2.4$$

Формуладығы  $\Delta U/I$  алдында тұрған көбейткіш, тұрған көбейткіш қолданған зонд үшін тұрақты шама болады (КК зонд коэффициенті)

$$K = 4\pi \frac{AM \cdot AN}{MN} \quad 2.5$$

Егер, ұңғыма ернеуінде В электроды емес N электроды болса онда

$$K = 4\pi \frac{AM \cdot BM}{AB} \quad 2.6$$

Егер электродтар арақашықтығы тұрақты болып олардың тек арттыру міндеті ғана өзгерсе онда K коэффициент мөлшері өзгермейді. Бұл деген, ұңғымада өлшенетін кедергі әдісіне өзаралық принцип тән, ал бұл принцип бойынша зондтың қабылдаушы және қоректендіруші электродтарының міндетін өзге-ртуден ортаның өлшенген кедергісі өзгермейді.

Егер өлшеу әрекеті ортада жүргізілсе (2.4) формуласы бойынша есептелген кедергі көрінерлік болады. Бұл деген көрінерлік кедергінің мәні, жалған біртекті ортада зонд мөлшері мен қоректендіруші ток белгілі болған жағдайда өлшеу тізбегіндегі потенциалдар айырмасы, осы әртекті ортадағы потенциалдар айырмасына тең дегенді білдіреді. Олай болса, (2.4) формуласын төмендегідей жазуға болады:

$$\rho_K = K \frac{\Delta U}{I} \quad 2.7$$

КС әдісіндегі көрінерлік кедергінің өлшем бірлігі Ом-м, яғни көлемі  $1 \text{ м}^3$ -ке тең таужыныстың қырына параллель өлшенген кедергісі.

### КС әдісінде қолданатын зонд турлері



КС әдісінде барлығы үш-ақ электродтар болуына қарамастан, олардың әр түрлі комбинациялары зондтың бірнеше турлерін құрайды.

Айта кететін жайт, міндеттері бірдей электродтарды қос электродтар деп атайды. Олардың қатарына қоректендіруші немесе тоқты А және В электродтары және өлшеуші немесе қабылдаушы М және N электродтар жатады.

КС әдісінде зондтарды жоғарыдан төмен қарай, электродтардың әріптік белгісі арасында олардың аралығын метр мен көрсету қалыптасқан. Мұндай белгілеуді зонд бейнесі деп атайды. Мәселен, N 0,10 M, 1,0A.

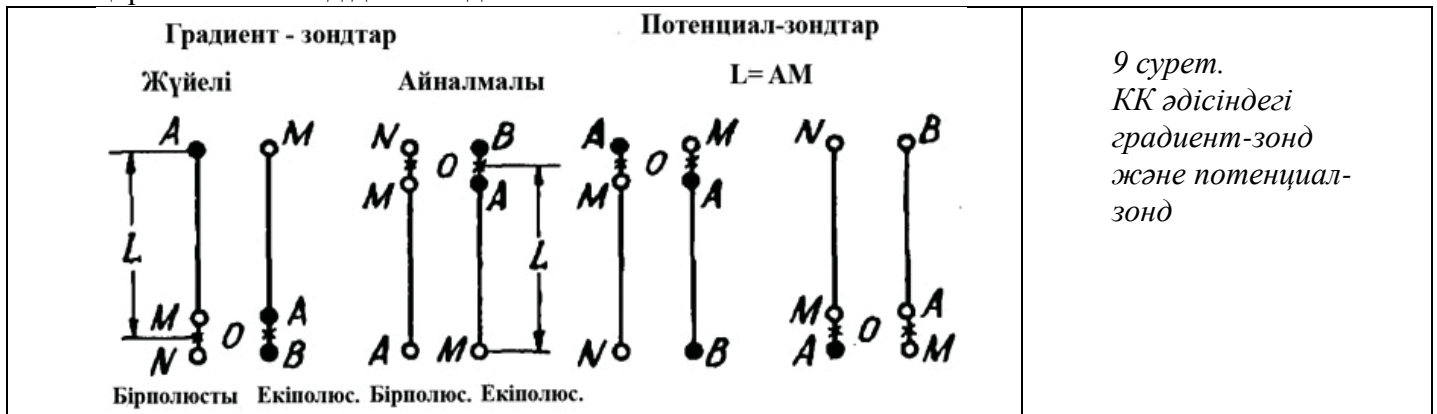
Қос электродтары бір-біріне жақын орналасқан зондты градиент-зонд, ал қос электродтары жақын орналаспаған зондтарды - потенциал-зонд деп атайды.

Жазу нүктесі 0, яғни өлшеу нәтижесі алынатын зондтың нүктесі, әр уақытта бір-біріне жақын орналасқан электродтар ортасында орналасады, яғни градиент-зондта - қос электродтар арасында, ал потенциал-зондта - жақын орналасқан дара (қос емес) электродтар ортасында.

Сонымен қатар, әрбір топ ішінде, қос электродтардың орналасу орнына және суретте көрсетілгендей қоректендіруші электродтар санына байланысты бөлінеді

Егер қос электродтар дара (қос емес) электродтардан жоғары орналасса, онда мұндай зондты айналмалы, ал электродтары керісінше орналасқан зондты жүйелі деп атайды.

Бір ғана қоректендіруші электроды бар зондты бір полюсты немесе тікелей қоректендіретін зонд ал екі қоректендіруші электроды бар зондты екі полюсті немесе өзара қоректенетін зонд деп атайды.

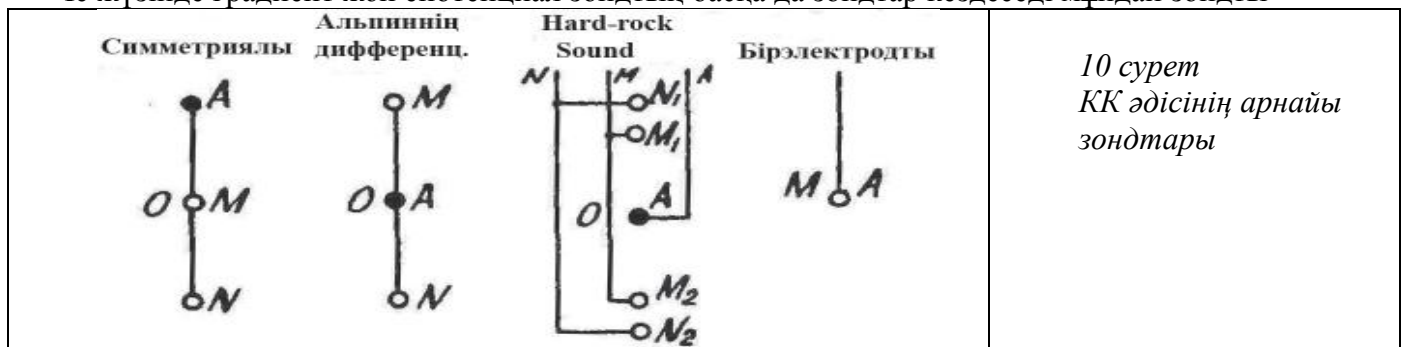


Градиент зондтың ұзындығы L деп алсақ онда екі қашық орналасқан электрод пен жақын орналасқан электродтар ортасына дейінгі ара қашықтық  $L=AO$  немесе  $L=MO$  ал потенциал зонд үшін барлық уақытта  $L=AM$

Зондтың бейнесі бойынша оның толық атауымен ұзындығын анықтауға болады.

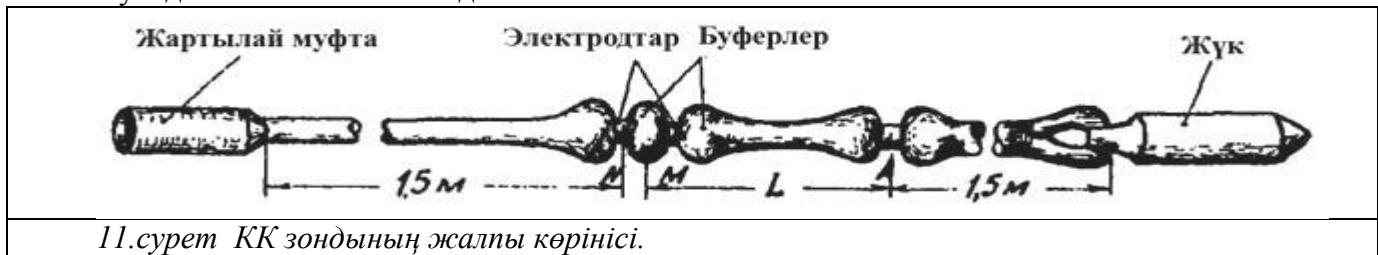
Мәселен N 0,10M 0,95A тікелей қоректенетін айнымалы градиент зонд зонд ұзындығы  $L=1,0$  м

Іс жүзінде градиент жән потенциал зондтың басқа да зондтар кездеседі мұндай зондты



Мұндай зондты симметриялық деп атайды. MAN зондтың Альпиннің дифференциалдық зонды деп атайды. N1M1AM2N2 зонды айналмалы және жүйелі градиент зондтың комбинациясы болып табылады сонымен қатар іс жүзінде бір электродты зондтар кездеседі. Оларда қоректендіруші және қабылдаушы ролын бір электрод атқарады. Мұндай зондтар қаротаждық бір желілі кабельдер үшін ынғайлы.

Өлшенетін көрінерлік кедергі шамасына төменгі кедергілі бұрғылау ерітіндісін әсіреін азайту үшін зондтағы электродтардың екі жағынан изоляциялық материалдан арнайы «буфер» жуандатылған белгі жасайды.



11.сурет КК зондының жалпы көрінісі.

**Сұрақтарға жауап беріңіз:**

- а. Әдістің физикалық негіздері?
- б. КС әдісінде қолданатын зонд түрлері?
- в. Потенциал-зонд деп қандай зондты атайды?
- г. Градиент-зонд деп қандай зондты атайды?
- ғ. Альпиннің дифференциалдық зонды деп қандай зондты атайды?

**Кедергі әдістері. БК,БКМ,токты резистивиметрия.**

**Жоспар:**

1. Бүйірлік каротажды зондылау
2. Микробүйірлік каротаж және оған қойылатын талаптар
3. Резистивиметрия

Қабаттың нақты (истинное) меншікті кедергісі, негізінен, бүйірлік каротаждық зондылау (БКЗ) әдісімен анықталады. Бұл әдісті қолдану барысында ерітінді фильтратының ұңғыма қабырғасына сіңу белдемі де анықталады.

БКЗ әдісінде градиент-зондтардың төмендегі түрлері пайдаланылады: табандық – А0,4М0,1N; А1М0,1N; А2М0,5N; А4М0,5N; А8М1N немесе жабындық- N0,1M0,4A; N0,1M1A және т.б. БКЗ диаграммаларын өңдеу нәтижесінде қабаттар дараланып, зондылау қисық сызығы  $\rho_k=f(AO)$  тұрғызылады.

Қалың және жоғары кедергілі қабаттар үшін зондылау қисық сызығын тұрғызу барысында МК параметрінің орташа мәндері пайдаланылған жөн. Ал, орташа қалыңдықты және жоғары кедергілі қабаттар үшін ( $6 < h < 20$  м) МК-нің орташа және ең жоғары мәндерін пайдалану керек. Жоғары кедергілі жұқа қабаттар үшін ( $h < 6$  м), әдетте, экстремалды зондылау қисық сызықтары тұрғызылады.

БКЗ-нің мәліметтерін талдау (интерпретациялау) барысында тұрғызылған зондылау қисық сызықтары теориялық қисық сызықтары салыстырылып, олардың арасындағы сәйкес келетінінің параметрлері (меншікті кедергі, фильтраттың сіңу белдемі) алынады.

Алынған БКЗ зондылау қисық сызығы алдымен екі қабатты палеткадағы қисық сызықтармен (БКЗ-1) салыстырылады. Егер тәжірибелік БКЗ қисық сызығы палеткадағы ешбір қисық сызықпен сәйкес келмесе, бұл ұңғыма қабырғасына фильтраттың енгенін білдіреді.

БКЗ нәтижелерін мұндай әдіспен талдаудың қарапайымдылығына қарамастан, кемшіліктері де бар.

1. Тек қана әдеттегі зондтар нәтижелері пайдаланылады. Басқа зондтармен алынған мәліметтерді пайдалануға болмайды.

2. Өңдеу процесін автоматтандыру мүмкін емес. Сондықтан ұңғыма ашқан жыныстардың меншікті кедергісін анықтау үшін каротаждың басқа түрлері пайдаланылады.

БКЗ әдісін пайдаланудың қолайсыз жағдайлары: қиманың әртектілігі (кедергілері әр түрлі қабатшалардың алмасуы), аса жоғары немесе төмен кедергілі тау жыныстары, ұңғыма жуатын ерітіндінің кедергісінің аз болуы (тұзды ерітінділер). Бұл жағдайларда каротаждың басқа түрлері пайдаланылады.

## 2 Микрозондылау (МКЗ)

МКЗ ашық оқпанда, нақтылау (детальный) интервалын зерттеу кезінде БКЗ кешенімен бірге іздеу мен барлау ұңғымаларында жүргізілетін негізгі әдістер қатарына кіреді.

МКЗ келесі мәселелерді шешеді:

- БКЗ кешенін талдау кезінде, алынған мәліметтерді растау үшін жуу сұйықтығының МЭК анықтау;

- сазды қабыршақ және кедергінің радиалды градиенті бар кезінде МКЗ диаграммаларының оңға қарай өсуі байқалады;

- коллекторлар арасынан қатты өткізбейтін қабатшаларды бөлу;

- біршама каверна (ойық) беретін шайылатын саздарды бөлу;

- тасбағанды тереңдікке теңестіру кезінде МКЗ мәліметтері қолданылады;

- МКЗ мәліметтерін литостратиграфиялық бөлу мен басқа геологиялық құрылымдарын және объектінің басқа қасиеттерін анықтау кезінде қосымша материал ретінде қолданады.

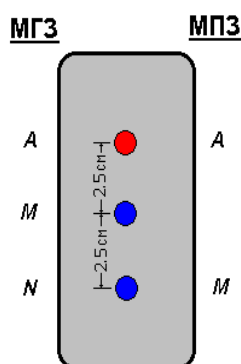
### *Әдістің физикалық негізі*

МЭК негізі ұңғыма айналасындағы қиманы нақтылауда (детальный), меншікті кедергілерді ұзындығы өте аз зондтармен зерттеу болып табылады. Бір-бірінен 2,5 см арақашықтықта орналасқан, үш нүктелік электродты зондылау қондырғысы ретінде резенкелі «табан» алынады. Олар екі зондтан тұрады: микро градиент- зонд (МГЗ) А0.025М0.025N және микро потенциал зонд А0,05М.

МГЗ зерттеу радиусы 3-5см жуық, ал МПЗ зерттеу радиусы одан 2-2,5 есе үлкен, яғни 10-12см құрайды. МПЗ қарағанда МГЗ өлшеу радиусы аз болғандықтан оның көрсеткіші сазды қабыршақ және жуу сұйықтығы, ал МПЗ көрсеткішіне ұңғыманың шайылған аймағы әсер етеді. Біздің жағдайымызда сазды қабыршақ кедергісі шайылған аймақтың меншікті кедергісінен үлкен, коллекторларға қарсы МПЗ көрсеткіші МГЗ көрсеткішінен үлкен. Осылай МКЗ бағалау кезінде сапалы материал болып, МГЗ көрсеткішінен МПЗ көрсеткішінің жоғары болуын айтады.

## 3 Резистивиметрия әдісі

Резистивиметрия әдісі ұңғымадағы бұрғылау сұйықтығының немесе судың кедергісін анықтаумен түсіндіріледі. Изолятордан жасалған түтікшеге салынған ұзындығы аз зондтар мен резистивиметрия жұмысы жүргізіледі. Ұңғыма бойымен зондты жылжитқанда түтікше ішіне ұңғыманы толтырып тұрған сұйықтық оңай кіреді, қоршаған жыныстар кедергілерін түтікше қабырғалары қорғайды. Тіркеу КК әдістеріндей болады. Резистивиметр коэффициентінің кедергісі, белгілі сұйықтық ішінде эталондау бойынша анықталады.



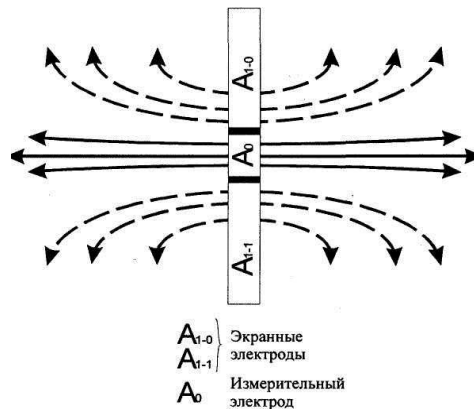
12 сурет – МКЗ қондырғысының зондылық сұлбасы.

Ұңғымадағы бұрғылау сұйықтығының немесе судың кедергілері жайлы мәліметтерді, минерализациясы әртүрлі жер асты суларының ағынының орынын және каротаж

диаграммаларын өңдеу үшін қолданады. Бұдан басқа резистивиметрия әдісі, жер асты суларын фильтрациялау жылдамдығын анықтау үшін қолданылады. Қалыпты жағдайда (жұмыс жасайтын қабат жоқ болғанда) тереңдіктің азаюымен жуу сұйықтығының кедергісі аздап жоғарлайды. Сазды ерітіндінің меншікті кедергісі 1700 м тереңдікте, тығыздығы 1.10 - 1.20 г/см<sup>3</sup> кезінде 2.5 Ом\*м, ал 2500 м тереңдікте - 1.5 Ом\*м жуық.

#### 4 Бүйірлік каротаж

Меншікті кедергілері өте жоғары немесе өте төмен қабаттарда зерттеу жүргізу кезінде, БКЗ кешенін тіркеудегі негізгі кемшілік болып, кимадағы жоғары және төмен кедергілі қабаттардың жиі алмасып келуінен алынған мәліметтерді өңдеу үшін көп деген түзетулерді енгізуді талап етеді. Мұндай жағдай БКЗ тіркеу кезінде қоректендіруші электродтардан ток сызықтары жан-жаққа тарайды және олардың қозғалу бағытын бақылау мүмкін емес. Мұндай жағдайларды болдырмау үшін тау жыныстарының кедергілерін өлшеуде фокусталған зондтар қолданады. Фокусталған зондтар қисық сызығын тіркеу-бүйірлік каротаж (БК) деп аталады (сурет 5.4).



13 сурет - БК-3 зондының сұлбасы

Бүйірлік каротаж (БК) деп экрандалған электродтары бар зондтармен токты фокустау (бір жерде жинау) арқылы жүргізілетін кедергі каротажын айтады, яғни кедергі әдісімен каротаж жүргізу барысында зондтардағы электр өрісі бақылауда болады (басқарылады).

Бүйірлік каротаж зондтарының санына байланысты көп электродты (жеті-, тоғызэлектродты) және үшэлектродты болып бөлінеді.

Жеті электродты зонд орталық  $A_0$  электродынан, өлшеуіш екі жұп  $M_1, M_2, N_1, N_2$  және бір жұп экрандық  $A_1$  және  $A_2$  электродтарынан тұрады. Әрбір жұп электродтар бір-бірімен қосылған  $A_0$  электродынан бірдей қашықтықта орналасады.  $A_0$  электроды арқылы  $I_0$  тогы жіберіліп, ол токтың шамасы бірқалыпты ұсталады. Экрандық  $A_1$  және  $A_2$  электродтары арқылы  $I_s$  тогы таралып, оның мөлшері  $M_1$  және  $N_1, M_2$  және  $N_2$  электродтары аралығындағы потенциалдар айырмасы 0-ге тең болуын қамтамасыз етеді. Өлшенетін шама-  $M_1, M_2$  немесе  $N_1, N_2$  электродтарының потенциалдың  $N$  электродына қарағанда азаю деңгейі. Ал,  $N$  электроды токты электродтардан біршама қашықта орналасады.

Өлшенген шама  $A_0$  нүктесіндегі мәні болып есептеледі. Зондтың ұзындығы  $L_3$  ретінде  $M_1N_1$  және  $M_2N_2$  аралығы ( $O_1$  және  $O_2$  нүктелері) алынады. Экрандық  $A_1$  және  $A_2$  электродтар аралығы зондтың жалпы мөлшері  $L_{\text{общ}}$  деп аталады ( $q = (L_{\text{общ}} - L_3) / L_3$  – фокустық параметр).

Көрінерлік меншікті кедергі өлшенген  $\Delta U_{\text{МК}}$  және орталық  $A_0$  электродынан таралған  $I_0$  ток күші арқылы формуламен есептеледі. БК зондымен есептелген көрінерлік кедергі, кедергі әдісіндегі әдеттегі зондпен өлшенген  $\rho_k$ -ға қарағанда қабаттың нақты  $\rho$  кедергісіне шамалас.

БК әдісінде зерттеу тереңдігі, экранды  $A_1$  және  $A_2$  электродтарының ара қашықтарымен тікелей байланысты:  $A_1$  және  $A_2$  аралығы өскен сайын зерттеу тереңдігі де өсе түседі.

Жеті электродты зондта электродтардың орналасуы төмендегі түрде жазылады:  $A_0, 0,2 M_1, 0,2N_1, 1A_1$ . Бұл жазу  $L_{\text{общ}}=3$  м,  $L_3 = 0,6$  м,  $q = 4$  деген түсінікті білдіреді. Диаграммада мұндай зонд  $L_A 3q 4$  деп бейленеледі.

Тоғыз электродты зонд тереңдігі әдетте аз болады, сондықтан да ұңғыма ашқан қабаттың аз ғана бөлігін (ұңғыма оқпанына жақын) зерттеуге арналады. Оның құрылысы жеті электродты зондқа ұқсас, тек жеті электродты зондтың сыртында  $A_0$  электродынан бірдей қашықтықта қосымша  $B_1$  және  $B_2$  электродтары орналасқан.

$B_1$  және  $B_2$  электродтары арқылы  $I_0$  және  $I_3$  ток тізбегі тұйықталып,  $A_0$  электродынан таралған ток қабатқа сіңбей, шашыраңқы түрде таралып, қабаттың беткі бөлігінің ғана меншікті кедергісін сипаттайды.

Электродтардың орналасуы  $A_0, 0,2M, 0,2N, 0,2A_1, 0,9B_1$  түрінде жазылып, ол  $L_{\text{жалпы}}=1,2$  м,  $L=0,6$  м,  $q=1$  деген түсінікті білдіреді. Диаграммада мұндай зонд  $L_B 3L_A 1,2q 1$  деп бейленеледі.

Үш электродты зонд (БК-3) ұзынша пішінді үш электродтан тұрады (3.1-сурет). Орталық электрод  $A_0$  және оған симметриялы түрде орналасқан екі экранды  $A_1$  және  $A_2$  электродтары жұқа оқшаулау қабатшамен бөлініп, металдан жасалған цилиндр түрінде болады. Электродтар арқылы жіберілген токтың күші үш электро-дтардағы потенциалдардың мәндері бірдей болуын қамтамасыз етеді ( $U_{A1}=U_{A0}=U_{A2}$ ).

Көрінерлік меншікті кедергі  $A_0$  және  $N$  электродтары аралығында өлшенген потенциалдар айырмасы арқылы  $\Delta U_{KC}$ , -формуласымен есептеледі.

## 5. Микробүйірлік картаж (МБК)

МБК барлық іздеу мен барлау ұңғымаларының ашық оқпанында, нақты (детальный) зерттеу интервалдарында БКЗ кешенімен бірге жүргізілетін негізгі зерттеулердің бірі. МБК және МКВ (микрокавернометрия) келесі мәселелерді шешеді:

- қалыңдығы 10-15мм аз, сазды қабыршақтың және қабаттың жақын (шайылған аймақ) аймағының МЭК анықтайды ;

- ұңғыма оқпанының диаметрін анықтайды;

МБК және МКВ келесідей геологиялық мәселелерді шешуге көмектеседі:

- сазсыз теригенді коллекторлардың шайылған аймағының МЭК бойынша  $K_p$  жайлы мәлімет алуға;

- МКВ бойынша (сазды қабыршақтың болуын немесе болмауын) коллекторларды бөлудегі сапалық белгілерін анықтауға;

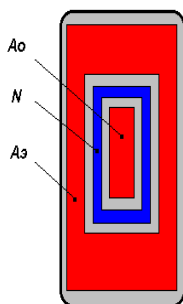
- коллекторлар ішінен қатты, өткізгіш емес қабатшаларды бөлуге;

- коллекторлар қатарына кірмейтін немесе сазды аймақтар, коллекторлық қасиеттері нашар аймақтарды бөлуде;

- шайылған аймақтың МЭК бойынша, қалдық мұнай қанықтылық коэффициентін алуды (тасбағанды зертханалық талдау бойынша бекітілген).

### ***Әдістің физикалық негізі***

МБК ұңғыма айналасындағы қабаттың меншікті кедергісін үш электродты қондырғы көмегімен анықтайды. Үш электродты зонд (БК-3) ұзынша пішінді үш электродтан тұрады (5.5 сурет). Орталық (негізгі) электрод  $A_0$  және оған симметриялы түрде орналасқан екі экранды  $A_1$  және  $A_2$  электродтардан тұрады.  $A_1$  және  $A_2$  электродтары бірдей потенциалға ие ( $U_{A1}=U_{A0}=U_{A2}$ ), осының арқасында  $A_0$  электродынан ток ұңғыма оқпанына перпендикуляр бағытта тарайды.



14 сурет – МБК қондырғысының сұлбасы

Мұндай конструкциялы зонд бұрғылау сұйықтығының және сазды қабыршақтың әсерін азайтып, басқа микроәдістерге қарағанда шайылған аймақтың кедергісін нақты анықтайды. Қалыңдығы 1,5см кіші сазды қабыршақтар, өлшеу нәтижелеріне кедергі келтірмейді.

Бақылау сұрақтары:

1. Бүйірлік каротаж және оған қойылатын талаптар.
2. Микробүйірлік каротаж және оған қойылатын талаптар.
3. Резистивиметрия дегеніміз не?
4. Микрозондылаудың физикалық негізі.
5. Бүйірлік каротажды зондылау туралы түсінік.

### **Ұңғымаларды зерттеудің индукциялық және диэлектрикалық әдістері.**

**Жоспар: 1.** Индукциялық каротаж

2. Әдістің физикалық негіздері.

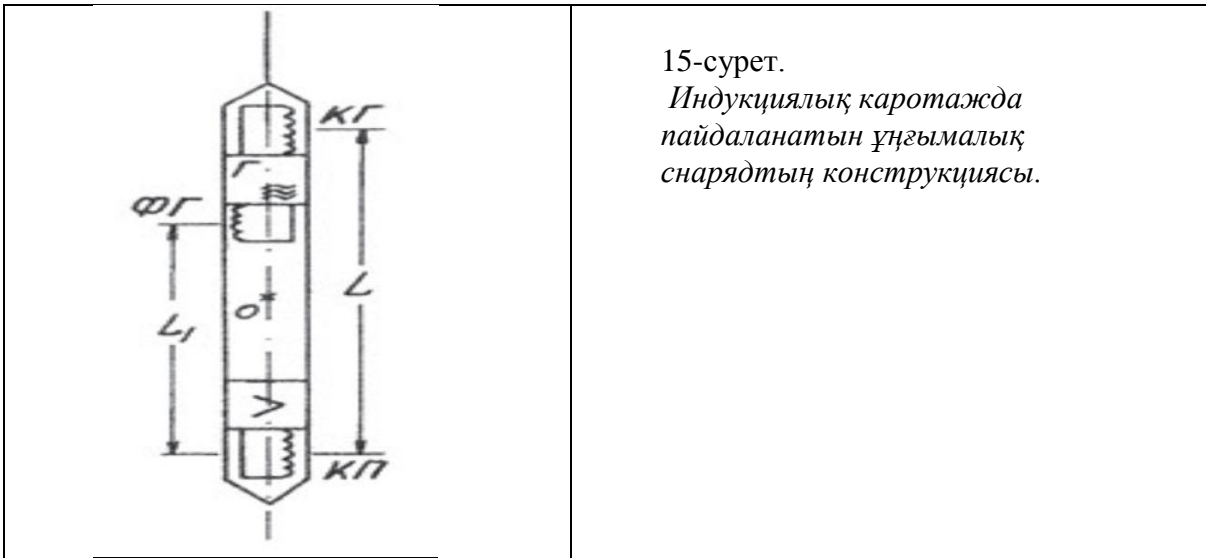
Индукциялық каротаж. **Әдістің физикалық негіздері.**

Индукциялық каротаж (И К), әдетте, құрғақ немесе өткізбейтін (мұнай) ертіндімен бұрғыланған ұңғы-маларда электрлік зерттеулер жүргізуге арналған. Сонмен қатар, асбестцементпен немесе пласмасса құбырмен шегенделген ұңғымаларда да жүргізіледі. Бұл әдіс, әсіресе, кедергі төмен (0-ден 50 Ом.м-ге дейін) қабаттар үшін тиімді болып саналады.

Индукциялық каротаж (И К) әдісі электр өрісін гальваникалық тәсілмен қоздыру әдістерін (КС, БК, ТК, МЗ және т.б.) айырмашылығы бар. Егер осы аталған әдістерде электр өрісі электрод арқылы қоздырылса, индукциялық әдісте мұндай электродтар қажет емес, яғни таужыныстағы электр өрісі генераторлық катушкadan тарайтын айнымалы топтың магнит өрісі арқылы қоздырылады.

Индукциялық каротаждың қарапайым аспабы (15 сурет, қорапта берік диэлектрикке орнатылған генераторлық КГ және қабылдаушы ПК катушкалардан тұрады. Олардың арақашықтығын зонд ұзындығы  $L$  деп атайды.

Генераторлық катушка (КГ) арқылы генератордан жиілігі 20-60 кГц айнымалы ток таралады. Пайда болған айнымалы магнит өрісі (алғашқы өріс) ұңғыма снарядын қоршаған таужыныста құйын ток қоздырады.



15-сурет.  
Индукциялық каротажда  
пайдаланатын ұңғымалық  
снарядтың конструкциясы.

Бірқалыпты ортада құйынды ток сызықтары центрі аспап осіне сәйкес келетін шеңбер тәрізді болады. Құйынды токтан пайда болған магнит өрісі (қосымша немесе екінші өріс), өз кезегінде қабылдауыш катушкада ЭҚК қоздырып ол күшейткішке беріледі. ЭҚК екі уақытша құраушылардан тұрады – белсенді және реактивті. Белсенді құраушының фазасы генераторлық катушкадағы ток фазасына сәйкес және ортаның электр өткізгіштігіне тәуелді болса, реактивті құраушы белсенді құраушыдан  $\alpha/2$  бұрышына кейін таралып, ортаның магниттік қабілеттілігімен байланысты болады.

Әдетте, ИК аспабы ЭҚК-тің белсенді құраушысын өлшейді.

Егер ортаның электр өткізгіштігі төмен болса, бұл ЭҚК-тің құраушысы ортаның электр өткізгішіне  $B$  тура пропорционал,

$$e = c B \quad (1.1)$$

ал, оны электрлік кедергісіне  $\rho$  кері пропорционал.

Ортаны электр өткізгіштігі

$\frac{С_{им}}{м} = \frac{1}{\Omega \cdot м}$ ;  $c$  – зонд конструкциясына және генераторлық катушкадағы токтың күші мен жиілігіне тәуелді тұрақты.

Ортаның өлшеген электр өткізгіштік қасиеті көрінерлік  $B_k$  болып саналады, өйткені оның мөлшері тек қабаттың электр өткізгіштігіне ғана емес, ену белдемі мен сыйыстырушы таужынысына, зонд ұзындығына, ұңғыма диаметрі мен қабат қалыңдығына тәуелді.

Ұңғымаға түсіру алдында снаряд қосымша компенсациялық катушка көмегімен оның көрсеткіші ауада 0-ге тең болып дәлденеді. ИК-да тіркелген сигнал көрінерлік өткізгішке пропорционал болғандықтан, диаграммадағы өткізгіш масштабы сызықтық болады, ал кедергі масштабы – **гиперболалық**, яғни төменгі кедергі-лі ортада созылған, ал жоғарғы кедергілі ортада қысылған. Диаграмманың мұндай ерекшелігі меншікті кедергісі 50 Ом м-ге дейінгі қиманы жақсы тіркеуге мүмкіндік береді.

### Ұңғыманы ВИКИЗ әдісімен зерттеу

Индукциялық каротаждың жоғағы жиілікті әдістері. Жоғарғы жиіліктегі әдістердің физикалық негіздері.

Әдеттегі төменгі индукциялық каротаж таужыныс кедергісі 50 Ом\*м-ден жоғары болатын ұңғыма ашқан геологиялық қималарды жіктей алмайды.

Жоғары жиілікті индукциялық каротаждық изоөлшемдік зондылау.

ЖИКИЗ стандартты технологиясы индукциялық каротаждың әртүрлі тереңдіктегі зондылардың бес көрсеткішіне және жыныстардың өздігінен полярлану потенциалына бір түсіру-көтеру операциясын тіркеуді қарастырады.

Өлшеу зондысында қысқа зондылардың барлық сәуле таратушы және қабылдаушы катушкалары екі метрлік зондтардың сәуле таратушы және қабылдаушы катушкаларының

арасында орналасады. Зондтардың ұзындығы рет-ретімен ұзындығыекі метрлік зондтан бастап кішірейеді; кішірею коэффициенті – екінші квадрат түбірі. Ең қысқа зондтың ұзындығы 0,5 м. Өлшеу базасы қабылдағыштар арасындағы арақашықтыққа тең және зонд ұзындығының бесінші бөлігін құрайды. Екі метрлік зонд үшін база 0,4м тең, ал одан кіші зонд үшін – 0,1м.

Жазу нүктесі – өлшеу базасының ортасы. ПС электроды қорғаныш контейнерінің төменгі бөлігінде орналасқан.

ЖИКИЗ модулі ҰҒЗ басқа модульдерімен еш шектеусіз құрастырылған аспаптың төменгі бөлігінде орналасқан өткізбейтін модуль ретінде кешенделеді.

ЖИКИЗ ұңғыма аспабына қойылатын талаптар:

-қалыпты метрологиялық сипаттама – өлшенетін фазаның әртүрлілігімен байланысты ықтимал мен-шікті кедергі болып табылады, ықтимал меншікті кедергіні анықтау диапазоны - 1-200 Ом•м;

- өлшеулерінің рұқсат етілген негізгі олқылықтардың шегі -  $\pm(5+20\rho / \rho_v)$  көп емес, мұндағы  $\rho$  - ықтимал УЭС есептелген мәні,  $\rho_v$  – фазалардың әртүрлілігін өлшеудің берілген диапазоны үшін анықталатын УЭС жоғарғы мәні,

-Ұңғымадағы температурааның өзгеруінен пайда болған УЭС өлшеулерінің рұқсат етілген қосымша олқылықтары 20 °С тең стандартты мәнімен салыстырғанда әрбір 10 °С негізгі олқылықтан 0,2 аспау керек;

-қоректену кернеулігінің  $\pm 10$  %- диапазонда өзгеруімен пайда болған рұқсат етілген қосымша олқы-лықтар – негізгі олқылықтан 0,2 жоғары емес;

Бастапқы және мерзімді калибрлеуді бБөлімнің жалпы талаптарына сәйкес орындайды.

Далалық калибрлеу егер зерттеулер кезінде жер үсті басқару панелі қолданылатын болса жүзеге асады. Әдіске бағытталған қосымша талаптар келесілерді қамтиды:

Мерзімді калибрлеуді ұңғыма аспабы мен жерүсті басқару панеліні пайдалану құжаттамасына сәй-кес үлгілік ұқсатқыштардың көмегімен орындайды.

Ұңғыманы зерттеуге дейін және одан кейінгі стандарт- пен нуль-сигналдардың мәнін жерүсті басқа-ру панелінің көмегімен орнатады. Егер жұмыстарды басқару панелін қолданусыз бағдарламалық басқару каротажды зертханасымен жүргізетін болса, онда соңғы мерзімді калибрлеу кезінде жазыл-ған стандарт- пен нуль-сигналдардың мәнін қолданады.

### **Бақылау сұрақтары:**

А). Индукциялық каротаж.?

Ә). Әдістің физикалық негіздері?

Б). ИК пайдаланатын ұңғымалық снарядтың конструкциясы?

В). ИК өлшем бірлігін айт?

Г). Ұңғыманы ВИКИЗ әдісімен зерттеу?

Ғ). ЖИКИЗ ұңғыма аспабына қойылатын талаптар?

### **Ұңғыманы зерттеуде радиоактивті әдістерінің теориялық негіздері.**

#### **Тау жыныстарының табиғи гамма-белсенділігінің әдістері.**

#### **Жоспар:1. Радиоактивтілік параметрлері**

##### **2. Радиоактивті каротаждың негіздер**

#### **Радиоактивті каротаждың негіздері**

Радиоактивтілік дегеніміз- химиялық элементтің. атом ядросында болып жатқан табиғи немесе жа-санды ионизациялық сәулелену (ионизирующее излучение) өрісінің сипаттамаларын өлшеуге негіз-делген геофизикалық әдістердің бірі. Әртүрлі элементтердің 230-дан астам радиоактивті изотоптары, радиоактивті нуклид деп аталатыны бізге белгілі.



Менделеев таблицасында 82-ші реттік номерлері-нен бастап ауыр металдар радиоактивтілігі, бір элементтен басқаға айналып жүреді және артынан төзімді радиоактивті емес изотоптарға айналады. Негізгі радиоактивті қатар немесе ауыр элементтердің шоғыры уран-238, уран-235, торий-232 болып табылады. Аталған элементтер (оларды аналық радионуклидтер деп те атайды) өмір сүру уақыты ұзақ: жартылай ыдырау периоды, яғни атом саны-ның екі есе азаюына кететін уақыт  $4,5 \cdot 10^9$ ;  $7,13 \cdot 10^8$ ;  $1,39 \cdot 10^{10}$ ,  $5 \cdot 10^{10}$  құрайды. Уран құрамында ең ұзақ өмір сүретін радиоактивті газ-радон (= 3,82 тәу.) және радий (= 1620 жыл) сияқты радионуклид-тер кіреді. Соңынан уран радиоактивті емес радиогенді қорғасынға айналады. Радиоактивті шоғырынан басқа, көп тараған жалғыз радионуклиді бар, радиоактивті ыдырауы бір актпен бітетін калий-40 ( $1,4 \cdot 10^9$  жыл). Бір тұтас жер қыртысында концентрациясы жоғары үш радиоактивті элементтер: уран. ( $2,5 \cdot 10^{-4}$  %), торий ( $1,3 \cdot 10^{-3}$  %) және калий-40 (2,5 %). Сондықтан радиометр осы үш элементтерді өлшейді. Олар тау жыныстарында изоморфты аралас және жеке минерал ретінде кездеседі.

### **Радиоактивтілік параметрлері**

Сыртқы әсерлерден тәуелсіз атом ядросының ішкі жағдайына негізделген бір изотоптың басқаға айналу процесі радиоактивті ыдырау болып есептеледі. Бұл процесс кездейсоқтық, яғни ядродан бөлшектердің ұшып шығуының сипаттамалары. Радиоактивті ыдырау келесі параметрлермен сипатталады:

1. Жартылай ыдырау периоды. Әртүрлі элементтерде жартылай ыдырау периоды әр мөлшерде көбіне - 10-6 нан  $10^{10}$  жылға дейін өзгереді. Әр элемент үшін анықталған және тұрақты көрсеткіштер болып табылады және оның диагностикалық белгілері болуы мүмкін. .
2. Табиғи сәулелердің құрамы. Табиғи радиоактивтілік альфа, бета, гамма, нейтрондық және т.б. сәулелерден тұрады.

Альфа-ыдырау кезінде ядродан екі протоннан және екі нейтроннан тұратын альфа бөлшектер жоғарғы жылдамдықпен тарайды. Альфа-сәулеленудің өтімділік қабілеті нашар.

Бета-ыдырау ядродағы нейтрондар санының (протондарға қарағанда) күрт көбейуіне байланысты жүреді. Бұл құбылыс ядроны тұрақсыздық жағдайға келтіріп, ол басқа бір тұрақты жағдайға ауысады. Бета-сәулелердің өтімділігі әлде қайда жоғары.

Гамма-ыдырау, гамма-квант өте жоғарғы жиіліктегі электромагнитті сәулелер ағымын келтіреді. Бұларда басқалар сияқты сыртқы орта әсерінен жұтылады және ыдырайды, бірақта электрлік бейта-раптығынан жоғарғы өтімділігімен ерекшеленеді. (ауада жүздеген метр және тау жыныстарында бір метрге дейін).

Тау жыныстарының радиоактивтілігі

Тау жыныстарының және руданың радиоактивтілігі мейлінше көп болған сайын оның құрамында уран, торий, калий-40 табиғи радиоактивті элементтер концентрациясы көп болғаны. Жыныстарды құраушы минералдардың радиоактивтілігі бойынша 4-топқа бөлінеді. Радиоактивтілігі жоғары болып уран, торий минералдары, сонымен бірге уран мен торий құрамында шашыранқы түрде кездесетін минералдар белгіленеді. Ең жоғарғы радиоактивтілік құрамында калий 40 кездесетін минералдарға тән (дала шпаты, калий тұзы). Орта радиоактивтілік магнетит, лимонит, сульфид сияқты минералдарға тән.

Радиоактивтілігі төмен кварц, кальцит, гипс, тас тұзы және т.б.

Тау жыныстарының радиоактивтілігі ең бірінші жыныстарды құраушы минералдар радиоактивтілігімен анықталады. Олардың радиоактивтілігі метоморфизм дәрежесіне және жасына, пайда болу ерекшелігіне, санды және сапалы минералдар құрамына байланысты. Тау жыныстарының және руданың радиоактивтілігі уранның пайыздық эквиваленттілігі бойынша келесі топқа бөлінеді:

- радиоактивті емес жыныстар ( 10-5 %);
- радиоактивтілігі орташа жыныстар ( 10-4 %);
- радиоактивтілігі жоғары жыныстар және рудалар ( 10-3 %);
- радиоактивті емес рудалар ( 10-2 %);
- радиоактивтілігі жоғары және қатарлы рудалар ( 0,1 %).

Радиоактивті элементтердің жалпы концентрациясынан басқа ортаның радиоактивтілігінің маңызды сипаты болып сәулеленудің немесе энергияның таралу аралығындағы

энергетикалық спектр табылады. Мысалы, уранды-радийлі қатар үшін гамма-сәулесінің максималды энергиясы 1,76 МэВ, ал жалпы спектр 0,65 МэВ, торийлі қатар үшін ұқсас параметрлер 2,62 және 1 МэВ аспайды. Калий-40 гамма- сәулелену энергиясы тұрақты (1,46 МэВ).

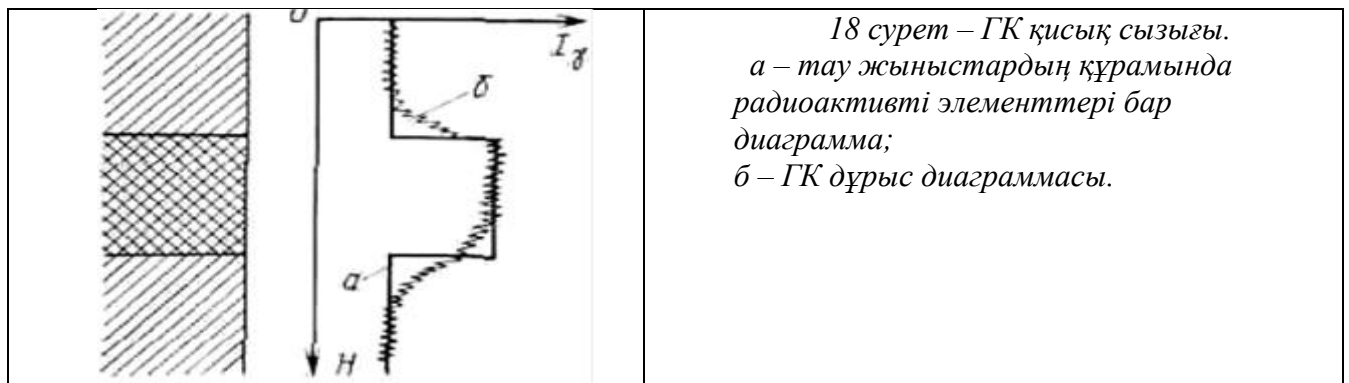
Осылайша, гамма- сәулеленудің жалпы қарқындылығы бойынша радиоактивті элементтердің болуы мен концентрациясын бағалауға болады, ал спектрлік сипатын (энергетикалық спектр) талдау бойынша уран, торий немесе калий-40 концентрациясын жеке-жеке анықтауға болады.

### Табиғи гамма – активтілік әдісі

Ашылған ұңғыманың табиғи радиоактивтілігін – спектральді (ГК-С) және интегралды (ГК) әдістер анықтайды. Ол үшін ұңғыма ішіне түсірілетін аспаптағы  $\gamma$  - сәулеленуінің индикаторы (Гейгер-Мюллер немесе сцинтилляциялық санауыштар) пайдаланылады.

Ұңғыма бойымен тау жыныстары қабаттарының  $\gamma$  -сәулелену қарқындылығын өлшеу барысында жазылған қисық сызықты гамма каротаждық қисық сызықтар деп атайды. Өлшенген параметр жыныстардың радиоактивтілігімен ғана емес ұңғыманың жағдайымен де (ұңғыма диаметрі, сұйық-тың тығыздығы және т.б.) тікелей байланысты. Гамма каротаж нәтижесінде гамма-сәулелену ( $I$ ) қар-қындылығы үздіксіз қисықтар немесе диаграмма арқылы алынады. Көрсеткіштері импульс минутпен (имп/мин) немесе микрорентген сағатпен (мкр/с) өлшенеді.

Табиғи радиоактивтілік негізінен уранның U 238 болуымен және радиоактивті калий K 40, торий Th, радий Ra өнімдерінің ыдырауымен шартты. Қалған радиоактивті элементтердің концент-рациясы төмен және жартылай ыдырау периодтары үлкен. Магмалық жыныстарда қышқылдардың радиоактивтілігі жоғары. Метаморфтық жыныстарда радиоактивтіліктің жоғары болуы олардың құрамындағы K 40 болуына байланысты. Шөгінді жыныстардың радиоактивтілігі әртүрлі. Радиоактивтілігі төмендігімен хемогенді шөгінділер (ангидрит, гипс, галит) ерекшеленеді таза құм-дар, құмтастар, әктастар және доломиттер. Радиоактивтілігі жоғары жыныстар – саздар, сазды және битумды тактатастар, фосфориттер, сонымен бірге калий тұзы. Сондықтан осы шөгінділерді ажырату (идентификация) үшін ГК қолданылады. Қалған терригенді жыныстардың радиоактивтілігі олардың саздылық дәрежелерін және карбонатты жыныстар құрамында ұсақ шашыранды материалдары (ерімеген қалдықтар) сипаттайды. Жеке жағдайларда ГК жыныстардың литологиясын және радиоактив-тілігі жоғары жыныстарды бөледі. Мысалы: таза құмтастар, сонымен бірге мұнай және газ коллекто-рлары, глауконитті, карнотитті, моноцитті және басқа уранды немесе торийлі минералдармен байы-тылған болса, сазды немесе саздар деп көрінуі мүмкін. Кей кездерде таужыныстарының радиоактив-тілігінің жоғарлауы фосфатты немесе органикалық, уранды сумен қанығуына байланысты. Осындай жағдайда литологияны ажырату спектральді ГЭ анықталады. Ол карбонаттардың саздылығын құра-мындағы уран, торий және калий элементтерін жекелеп бөледі. Карбонаттарда уранның көп болуы радиоактивті қабат суының болуына, карбонатты саздылығы – ториймен калийдің болу белгілерін білдіреді.



18 сурет – ГК қисық сызығы.  
*a* – тау жыныстардың құрамында радиоактивті элементтері бар диаграмма;  
*б* – ГК дұрыс диаграммасы.

ГК келесі мәселелерді шешу үшін қолданылады: саздылық дәрежелері бойынша шөгінді қабат-тарды корреляциялау мен бөлуде; пайдалы қазба кенорындарын іздеуде (уран, марганец, қорғасын, бокситтер, фосфориттер).

### **Бақылау сұрақтары:**

- 1.) Радиоактивті каротаждың негіздері?
2. Радиоактивтілік дегеніміз-не?
3. Радиоактивтілік параметрлері?
4. Жартылай ыдырау периоды?
5. Табиғи сәулелердің құрамы?
6. Альфа-ыдырау кезінде нені байқаймыз?
7. Гамма-ыдырау, гамма-квантты талдау?
8. Бета-ыдырау нені байқаймыз?
9. Тау жыныстарының радиоактивтілігі?
10. Тж және руданың радиоактивтілігі уранның пайыздық эквиваленттілігі бойынша қандай келесі топқа бөлінеді?
11. Радиоактивті каротаждың негіздері?
12. Табиғи гамма – активтілік әдісі?
13. Гамма каротаждық қисық сызықтар деп атайды?
14. Көрсеткіштері импульс немен өлшенеді?
15. Табиғи радиоактивтілік негізінен уранның U 238 болуымен және радиоактивті қандай өнімдерінің ыдырауымен шартты

### **Енжар гамма-сәулеленудің әдістері.**

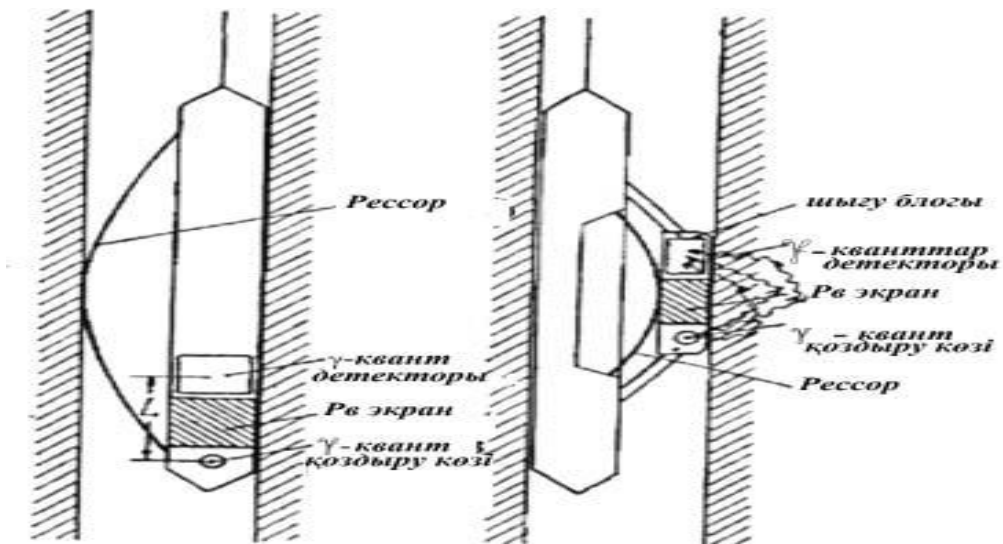
**Жоспар:1.** Тығыздық гамма-гамма-каротаж (ГГК-II)

2. Селективті гамма-гамма-каротаж

Енжар, гамма сәулеленудің әдістері

ГГК әдісі таужынысты жасанды  $\gamma$  – квант көзінен сәулелендіріп, одан шашыраған сәулелерді өлшеуге негізделген.

ГГК аспабының құрылысы ГК ұқсас, айырмашылығы ұңғымалық снаряд  $\gamma$ -квант көзімен толтырылады. Детектор ортасынан  $\gamma$  – квант көзіне дейінгі аралық зонд ұзындығы деп аталады.  $\gamma$  квант көзінен таралған сәуле тікелей детекторға түспеу үшін, олардың арасында қорғасын экран орналасқан. Таужыныстан шашыраған энергияның мөлшері тура таралған энергиядан аз болғандық-тан, оның бұрғылау ерітіндісінде сіңуін азайту үшін  $\gamma$  – квант детекторы мен  $\gamma$  – квант көзі ұңғыма-ның қабырғасында жабыстырып орналасады. Ұңғыма қабырғасының тегіс еместік әсерін азайту үшін , детектор мен энергия көзі ұңғыма қабырғасындағы ірі қуыстарға сиып кеткендей бөлек кішігірім блокқа орналастырылады.



19 сурет. ГГК ұңғымалық снарядының құрылғысы.

Фотосіңу деп  $\gamma$  кванттың заттың атомына сіңіп одан электронды бөлінуіне сөйтіп оған қосымша энергия импульсін беруін айтамыз. Фотоэффект тек қана байланысты электрондарды болады. Электронның атомы мен байланысы азайған сайын фото сіңу процесі жүрмейді. Жеңіл ядроларды ядро мен электрон арасындағы өз ара кулондық тартылыс күші ауыр ядроларға қарағанда аз болған-дықтан ауыр ядроларды фотосіңу процесінің ықтималдылығы жоғары. Сондықтанда ядроға жақын орналасқан қабырғаның электрондарды бөлу ядродан қашық орналасқан мәселен L қабығына бөлуге қарағанда оңай. Фотоэффект гамма-квант энергиясы аз жағдайда білінеді ( $E_\gamma < 0,5$  МэВ). Фотоэффект кезеңіндегі  $\tau_\phi$  сіңу ықтималдығы гамма-квант энергиясы  $E_\gamma$  және заттың химиялық құрамымен күрделі байланысты :

$$\tau_\phi = c \cdot \frac{Z_{эф}^4}{E_\gamma^m}, \quad (1.)$$

Мұнда  $c$ - тұрақты  $m$ -  $E_\gamma$  мәні тәуелді коэффициент ( $E_\gamma > 0,5$  МэВ  $m=1$ ;  $E_\gamma < 0,2$  МэВ  $m=3$ ).  $Z_{эф}$ - ортаның тиімді атомдық номері

Сонымен фотосіңу процесінде ортадағы жоғары атомдық номерлі элементтің кішігірім қоспасы өте күшті әсір етеді.

Комптондық шашырау – деп заттегінің бос электрондарында  $\gamma$  кванттардың шашырауын айтады. Шашырау нәтижесінде  $\gamma$  квант өз энергиясын бір бөлігін жойылып қозғалыс бағытын өзгертеді комптон эффектісі атомдағы электронның байланыс энергиясынан жоғары энергия кезінде беріледі ( $E_\gamma > 0,5$  МэВ).

Комптон-эффектісінің ықтималдығы  $\tau_k$  комптондық шашыраудың қимасына  $B_k$  өз кезегінде эламеттің энергиясы мен атомдық номерінің және заттегі көлеміндегі электрондар санының  $n_k$  функциясы болып саналады:

$$\tau_k = \sigma_k \cdot n_e = \sigma_k \frac{N_0 \rho \cdot z}{A}, \quad (2.)$$

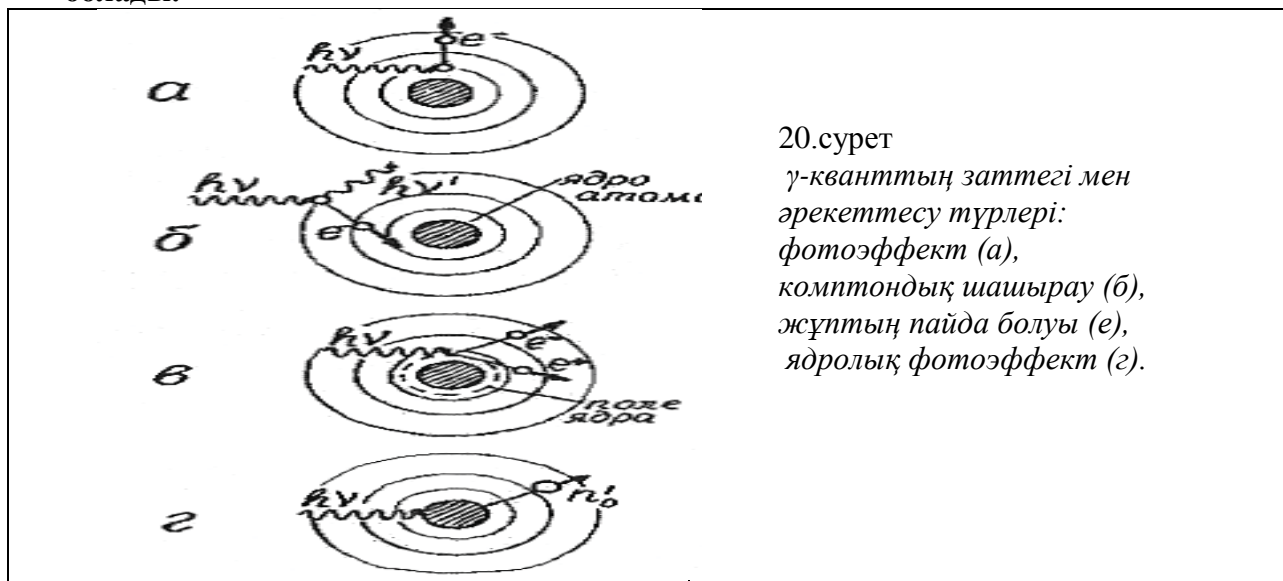
Мұнда  $N_0$ - Авогадро саны ( $N_0 = 6.02 \cdot 10^{23}$  моль<sup>-1</sup>);  $p$ -заттегі тығыздығы.

Сонымен комптон-эффектісі заттегінің тығыздығына тәуелді болып саналады

Жұптардың пайда болуы  $\gamma$  кванттың атом ядросының электр өрісімен әрекеттесуінен пайда болады. Гамма квант өз тіршілігін тоқтатады оның орнына электрон және позитрон жұбы пайда болады. Бұл процессті жүру үшін гамма кванттың энергиясы тыныштықтағы электрон массасынан екі есе артық болуы керек ( $E_\gamma > 1,02$  МэВ). Жұптың пайда болу ықтималдылығы  $z^2$  қа пропорционал және гамма квант энергиясы көбейген сайын өседі.

( $E_\gamma > 10$  МэВ) Болған жағдайда жұптың пайда болуы қай бір зат болмасын гамма сәулеленудің негіз-гі түрі болып саналады.

**Ядролық фотоэффект гамма кванттың атом ядросымен жұтылуынан пайда болады.**



20.сурет  
 γ-кванттың заттегі мен әрекеттесу түрлері:  
 фотоэффект (а),  
 комптондық шашырау (б),  
 жұптың пайда болуы (в),  
 ядролық фотоэффект (г).

Осыдан кейін ядро қозғалғаннан кейін сақталып нейтрондар таратқаннан кейін ғана қалыпты жағ-дайға айналады нейтрон кішігірім ғана энергиясымен сипатталады.

### **Тығыздық гамма-гамма-каротаж (ГГК-П)**

ГГК-П таужыныста γ-кванттардың комптондық шашырауын зерттеуге негізделген. Бұл эффект γ-кванттың энергиясы жоғары болғанда байқалады, сондықтан, ГГК-П тәсілін де энергиясы  $E_\gamma > 0,5$  МэВ γ-кванттар көзі қолданылады. Мұндай энергия көзі болып Со60 ( $E_\gamma = 1,17$  МэВ және  $1,33$  МэВ), Cs137 ( $E_\gamma = 0,66$  МэВ) және энергиясы 0,35-тен 1,76 МэВ-қа дейін γ-кванттар тарататын табиғи радио-белсенді эле -мент Ra226. Зонд ұзындығы 20 см-ден 50 см-ге дейін.

ГГК-П тәсілі мұнай, газ, көмір барлау және рудалы ұңғымаларда пайдаланылады. Мұнай және газ кенорындарында ГГК-П ұңғыма ашқан қиманы тығыздығы бойынша жіктеу үшін және коллектор-дың кеуек тілігін анықтау үшін пайдаланылады. Өйткені, таужыныс тығыздығы σп мен кеуектілік коэффициенті КП өзара төмендегідей функционалдық байланыста болады:

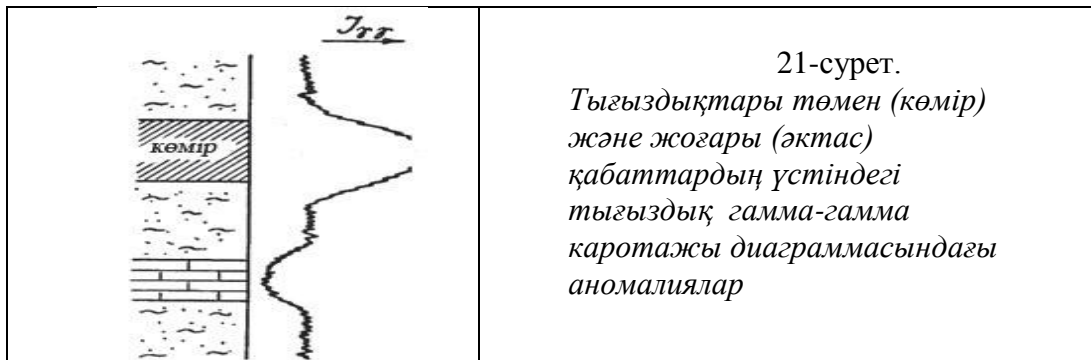
$$\sigma_p = (1 - КП) \cdot \sigma_{ск} + КП \cdot \sigma_{ж} \quad (1)$$

мұнда  $\sigma_{ск}$  және  $\sigma_{ж}$  – таужыныс кеуектерін толтыратын минералдық қаңқа мен сұйық тығыздық-тары. Бұл параметрлер, әдетте, кернді зертханалық зерттеулер арқылы анықталады.

Жалпы алғанда, таужыныс тығыздығын σп ГГК-П тәсілімен анықтайды. Ол үшін аспапты тығыз-дығы белгілі таужыныс эталоны арқылы дәлдейді. Қазіргі аспаптар ГГК-П диаграммасын тығыздық өлшемі мен жазылған диаграммаларды тіркеуге мүмкіндік береді. Кп мәні 1 формуласы арқылы анықталады.

ГГК-П тәсілі, соны мен қатар, ұңғыманы цементтеу барысында цемент құрамындағы кеуектің бар жоғын және цементтің ұңғыма бойымен көтерілуін анықтау үшін қолданылады. Өйткені, цемент та-сының тығыздығы  $1,8-2,2$  г/см<sup>3</sup>, ал кеуектерді толтыратын сұйықтың тығыздығы- $1,0-1,2$ г/см<sup>3</sup>-ге тең.

Көмір кенорындарында ГГК-П тәсілі көмір қабаттарын бөліп көрсету үшін пайдаланылады. Өйткені, көмір тығыздығы ( $\sigma_\gamma = 1,15-1,75$  г/см<sup>3</sup>) сыйыстырушы құмтас-сазды таужыныстарынан ( $\sigma_{вм} = 2,5 - 2,7$  г/см<sup>3</sup>) әлде қайда жоғары болғандықтан, көмір интервалдары үстінде шашыраңқы γ-кванттың қарқындылығы жоғары (2 сурет).



21-сурет.  
Тығыздықтары төмен (көмір) және жоғары (әктас) қабаттардың үстіндегі тығыздық гамма-гамма каротажы диаграммасындағы аномалиялар

Көмір қабаттарының шекарасы аномалияның жартылай максимумы ережесі бойынша анықталады. Рудалық кенорындарында ГГК-П әдісі рудалық интервалдарды басқа әдістер мен бөліп көрсетуге болмайтын жағдайда қолданылады.

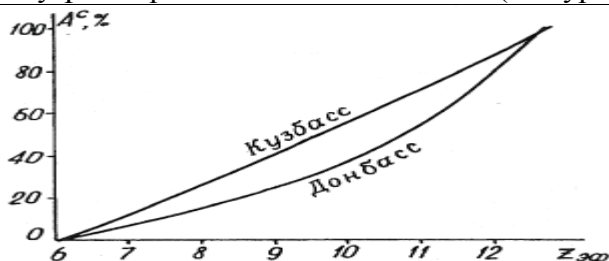
### Селективті гамма-гамма-каротаж

Селективті гамма-гамма-каротаж (ГГК-С, немесе Z-ГГК) тау жыныста  $\gamma$ -кванттардың фотосінуін зерттеуге негізделген. Бұл эффект, әдетте, энергиясы төмен  $\gamma$ -кванттарда кездеседі, сондықтан, ГГК-С әдісінде энергиясы  $E_\gamma < 0,5$  МэВ көздер қолданылады. Мұндай  $\gamma$ -квант көздері ретінде жасанды радионуклидтер  $^{119}\text{Sn}$  ( $E_\gamma = 0,39$  МэВ),  $^{75}\text{Se}$  ( $E_\gamma = 0,27$  МэВ),  $^{208}\text{Hg}$  ( $E_\gamma = 0,28$  МэВ) пайдаланылады. Зонд ұзындығы 10-20 см.

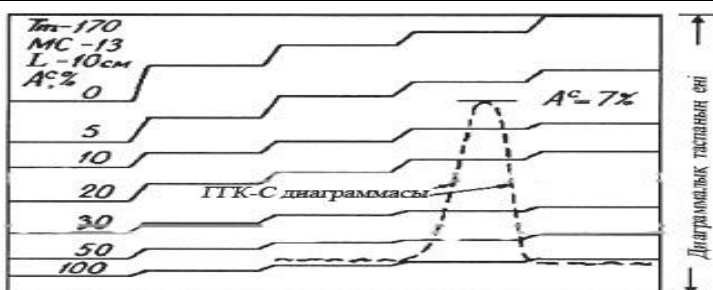
Әдісті пайдалану. ГГК-С әдісі негізінен рудалы және көмір кенорындарында кеңінен пайдалынады.

Көмір кенорындарында ГГК-С көмірдің күлділігін анықтау үшін жүргізіледі. Таза көмір көміртек-тен тұрады, оның тиімді атомдық номері  $Z_{эф} \sim 6$ . Қалдық күл аздап темір тотығы бар кремне тотықтан (кремнеземнен) және алюмототықтан (глиноземнен) тұрады, оның  $Z_{эф} = 12-13$ . Көмірдің күлділігі Ас мен  $Z_{эф}$  арасында,

1. суретте келтірілгендей функционалды байланыс бар. ГГК-С әдісі ортаның  $Z_{эф}$  параметрінің өзгерісіне өте сезімтал, сондықтан, әдіс нәтижесінде қазба көмірдің күлділігін анықтауға болады. Бұл әдісті практикаға енгізген проф. В. И. Уткин, ол Ас мәнін ГГК әдісі бойынша анықтау үшін арнайы палетка есептеген (22. сурет).



22. сурет.  
Әртүрлі көмір бассейні үшін есептелген  $Z_{эф}$  мәнінің көмір күлділігімен байланысы (В.И.Уткин бойынша).



23-сурет.  
Қазба көмірдің күлділігін ГГК-С диаграммасы бойынша анықтау үшін қолданатын В. И. Уткин палеткасы.

Палетка құрамы мен қуаттылығы белгілі  $\gamma$ -квант көзі және берілген зондпенде тек тор мөлшері үшін есептелген. Рудалы кенорындарда ГГК-С әдісі ұңғыма ашқан қимадағы рудалы интервалдарды анықтау үшін қолданады. Шашыраған  $\gamma$ -кванттардың спектрін өлшеу арқылы сәулені сіңірген элементті анықтап, руданың заттық құрамын анықтауға болады.

Мұнай және газ кенорындарында ГГК-С әдісі шегендеу құбырының ақауын анықтау үшін жүргізіледі. Бұл

әдіспен, сонымен қатар, ұңғыма ашқан қимадағы коллектор қабатты бөліп, оның кеуектілігінде анықтауға болады. Атомдық номері жоғары сұйық қабат кеуектеріне еніп, коллектордың  $z_{эф}$  жоғарылатады (кеуектілігі жоғарылаған сайын  $z_{эф}$  те жоғары болады, 24 а сурет). Бұл эффект ұңғы-маны толтырғанға дейін және кейін тіркелген ГГК-С диаграммаларында айқын көрінеді (24 б сурет).



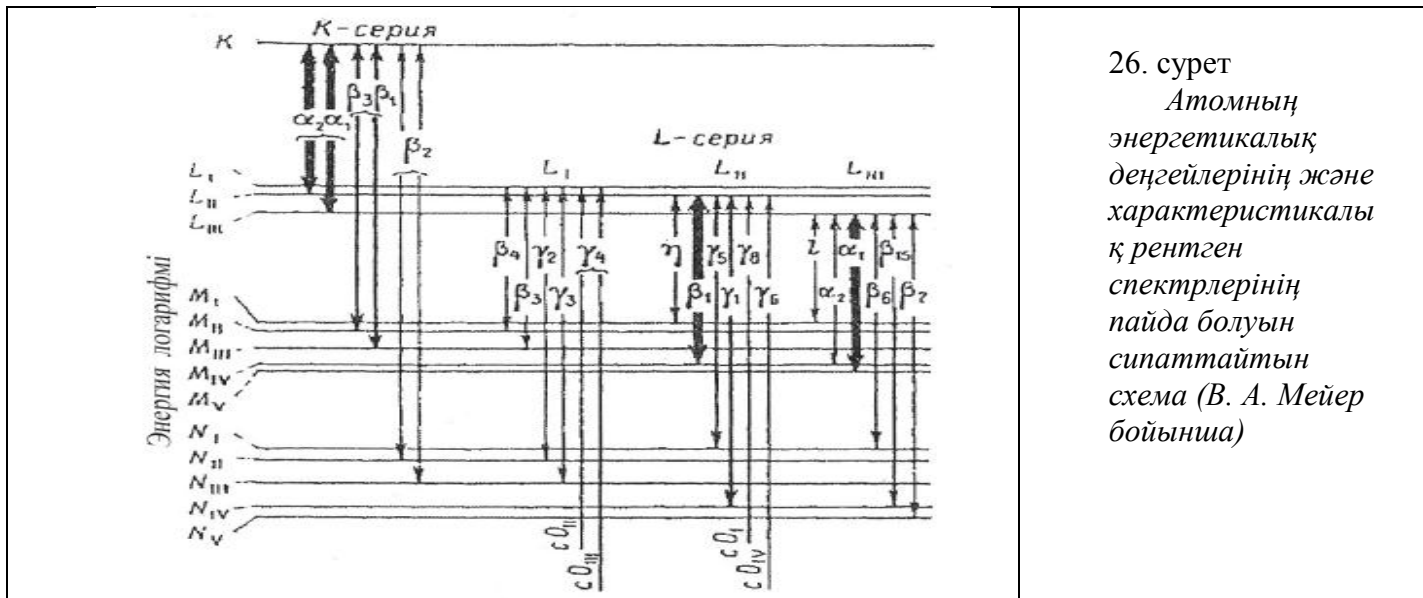
ГГК әдісінің жалпы кемшілігі – оның зерттеу тереңдігінің аз болуына байланысты (бірне -ше см-ден 1 дм-ге дейін).

### Рентген радиометриялық каротаж (РРК)

Рентген радиометриялық әдіс  $\gamma$ -сәулеленудің заттегі атомының терең (төменгі) орбита-сындағы электрондар мен әрекеттесу нәтижесін зерттеуге негізделген. Бұл әрекетте терең (төменгі) қабат-тардың бірінде орналасқан электрондарда  $\gamma$ -кванттар ың фотоэлектрлік сіңуі-мен байланысты. Сіңу нәтижесінде атомнан электрон ұшып шығады, ал атом болса қоздырыл -ған жағдайда қалады.  $\gamma$ -кванттардың сіңуі нәтижесінде электронның сыртқа ұшып шыққан жеріндегі бос орынды ядродан алыс орналасқан электрондық орбитадағы басқа электрон баса- ды. Мәселен, егер фото сіңу нәти-жесінде электрон АГ-орбитасынан ұшып шықса, оның орнын L-, M-, N- орбитасындағы электрондар басуы ықтимал. Онда, бұл деңгейдегі электрондар энер- гиясы айырымына сәйкес, ауысу нәтижесін-де рентген сәулелену фотондары тарайды.

Электрондардың ортақ, терең бір деңгейге ауысуы нәтижесінде пайда болған рентген сәулеленуінің фотондар жиынтығы *рентген спектрінің характеристикалық сериялары* деп аталады.

Характеристикалық серия сызықтары бір-бірінен тек энергиясығана бойынша емес, қарқындылығы мен де ажыратылады. Өйткені, электрондардың әртүрлі деңгейде ауысу ықтимал -дығы бірдей емес. К сериясындағы линиялар қарқынды болады. Бұл электрондардың L-орбитасынан K-орбитасына ауы-суына сәйкес келеді. 26 Суретте электрондардың бір орбитадан екінші орбитаға ауысуы және осының салдарынант характеристикалық рентген спектрсызық- тарының пайда болуы келтірілген (В. А. Мейер, 1978 бойынша).



26. сурет  
Атомның энергетикалық деңгейлерінің және характеристикалық рентген спектрлерінің пайда болуын сипаттайтын схема (В. А. Мейер бойынша)

Әрбір химиялық элемент өзіне тән рентген сәулеленудің характеристикалық спектрімен сипатталады, және де элементтің атомдық номері өскен сайын спектр сызығының энергиясы (K, L, M, N) да өседі.

Барлық элементтер үшін қатаң болатын K-сериясының (E<sub>K</sub>) энергия линиясы 140 кэВ-тан аспайды. Қорғасын үшін ол 73-85кэВ, ал жеңіл элементтер үшін – 0,05-0,87 кэВ. Сонымен рентгендік сәулелену «жұмсақ» және сіңімділігі аз болады. Әдеттегі Гейгер сынауышы оны тіркемейді, ол үшін пропорционалдық немесе сцинтилляцион -дың детекторлар (NaI+Tl) пайдаланады. Олар энергиясы 0,5 кэВ-тен жоғары сәулеленуді тіркей алады. Сондықтан рентгено радиометриялық әдіс, әдетте, атомдық номері  $z > 25-30$  элементтер үшін ғана пайдаланылады.

РРК әдісінің тағы бір кемшілігі – атомдық номерлері бір-біріне жақын элементтердің сәулеленуін ажырата алмауында. Бұл сцинтилляциондық детекторлардың қабілеттілігінің төмендігіне байланысты.

Теориялық есептеулер бойыша, қарқындылығы жоғары характеристикалық сәулелені алу үшін қоздырылған Еу сәулеленудің  $\gamma$ -кванттарының энергиясы төмендегі шекте болуы керек:

$$1,1 E_K < E_\gamma < 3,3 E_K, \quad (4)$$

мұнда E<sub>K</sub> – K-орбитасындағы электронның байланыс энергиясы.

Энергиясы 1,1 E<sub>K</sub> – дан кіші кванттар характеристикалық сәулелену шығармайды, ал 3,3 E<sub>K</sub> – тен жоғары кванттар жоғары мөлшерде фон тудырады. Қорғасынға жұмыс істеу үшін Se75 энергия көзі пайдаланылады (E<sub>γ</sub> = 0,27 МэВ).

Рентген радиометриялық әдіс зертханалық (РРА) және ұңғымалық (РРК) варианттарда, сонымен қатар, тау қазындылары қабырғасын (РРО) сынамалау үшін жүргізіледі. РРК вариантында «тікелей көрінетін» («прямой видимости») геометриясы қолданылған зонд-тар пайдаланады: детектор зертте-летін беткейден қосымша сәулелерді (характеристикалық және шашыранды) тіркейді.

РРК тәсілінің басты кемшілігі оның зерттеу тереңдігінің аз болуында, ал бұл болса рентген сәулесінің өтімділігінің аз болуына байланысты. РРК тәсілі сондықтан жұқа («пленочный») деп аталады. Дегенмен, РРК тәсілі мен руда құрамындағы металл мөлшерін анықтау, кернді сынамалау нәтижесі мен өте жақсы үйлеседі.

#### Бақылау сұрақтары :

- А.) Радиоактивті карота? Ә)  $\gamma$ -кванттың заттегі мен әрекеттесу түрлері
- Б.) ГГК әдісі неге негізделген? В). Фото сіңу деп нені айтады?
- Г). Комптондық шашырау талда?
- Д). Жұптардың пайда болуы қалай түсіндіресің?



- Е). Ядролық фотоэффект туралы айт?
- Ж). ГГК ұңғымалық снарядының құрылғысы?
- З). Тығыздық гамма-гамма-каротаж (ГГК-П)?
- И). Селективті гамма-гамма-каротаж?
- Й). ГГК әдісінің жалпы кемшілігі?
- К). Рентген радиометриялық каротаж (РРК)?
- Л). РРК тәсілінің басты кемшілігі?

## Стационарлық және импульсті нейтронды өрістің әдістері

- Жоспар:** 1. Нейтронның сіңуі  
2. Нейтронды гамма-каротаж (НГК)

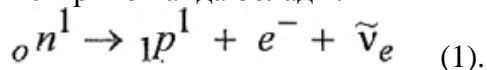
### Тұрақты нейтрондар көзін пайдаланып жүргізетін нейтронды каротаж әдістері.

Нейтронды каротаж әдістері таужынысын жасанды энергия көзінен таралатын жылдам нейтрондар ағыны мен сәулелендіріп, оның таужыныс пен әрекеттесуін зерттеуге негізделген.

Тарихи, алдымен тұрақты нейтрондар өрісін пайдаланатын әдістер пайда болған: НТК, ННК-Т, ННК-НТ, нейтрондық белсенділік әдісі және басқа да; кейін импульсты нейтрондар көзін пайдаланатын әдістер пайда болды.

#### **1. Нейтрондардың заттегі мен әрекеттесу үрдісі.**

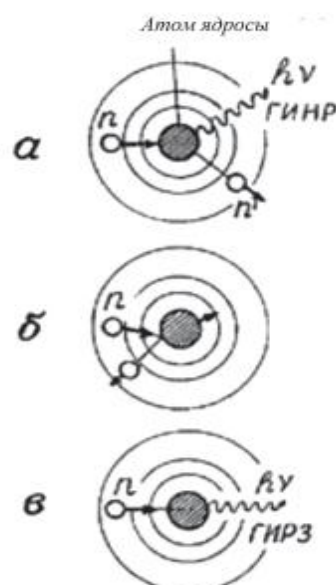
Нейтронды 1932 жылы ағылшын физигі Дж. Чедвик (1891-1974) ашқан. Ол ауыр ядролық бөлшектер қатарына (бариондарға) жатады, оның массасы протонның массасынан жоғары, спині 1/2 және электрлік тұрғыдан бейтарап. Нейтрон тұрақты ядролар құрамында ғана тұрақты болады. Бос нейтронның ыдырау барысында протон, электрон және антинейтрино пайда болады:



Нейтронның вакуумдағы орташа өмірі – 15,3 мин. Заттегі құрамында онанда аз уақыт өмір сүреді, өйткені оны мен әрекеттеседі.

Нейтронда электр заряды жоқ, сондықтан электрондық қабаттан тез өтіп, тікелей атомдардың ядролары мен әрекеттеседі. Бұл процесте нейтрондар **серпімді** және **серпімсіз** шашырайды, сүйтіп ядролар мен жұтылады. Осындай әрекеттесу процестері ядролық күш пен басқарылады.

**Серпімсіз шашыраңқы таралу** – бұл ядролық реакция, нәтижесінде атом ядросы қоздырылған жағдайға ауысады. Мұндай реакция  $(n, n_1, \gamma)$  схемасы бойынша жүреді. Алғашқы нейтронды  $n$  сіңіріп, ядро энергиясы алғашқы нейтроннан әлде қайда төмен  $n_1$  нейтронын шығарады. Бұл нейтронның жылдамдығы мен шығу бағыты, ядроға сырттан келген нейтронның жылдамдығы мен бағытына байланысты емес.  $n_1$  нейтронын шығарғаннан кейін ядро қоздырылған жағдайда қалады. Шамамен 10-14 с уақыт аралығын да ол  $\gamma$ -кванттарды шығарып, басты қалпына келеді (28-а сурет). Осындай  $\gamma$ -кванттардың ағыны серпімсіз  $\gamma$ -сәулелену, яғни ГИНР деп аталады. Бастапқы нейтрон энергиясының бір бөлігі ядроны қоздыруға жұмсалғандықтан, «ядро-нейтрон» жүйесінің кинетикалық энергиясы әрекеттесуге дейінгі энергиядан аз болады. ГИНР спектрінің әр бір элемент үшін өзіндік ерекшелігі бар, сондықтан сол элементтерді жіктеуге мүмкіндік береді.

<p style="text-align: center;">Атом ядросы</p> 	<p>28-сурет. Нейтрондардың заттегі мен әрекеттесуі:</p> <p><i>а</i> – серпімсіз шашырау;</p> <p><i>б</i> – серпімді шашырау;</p> <p><i>в</i> – радиациялық ұстау</p>
--	--

**Серпімсіз шашырау** – бұл деңгейлік (пороговая) реакция, атомдық салмағы азайған сайын оның деңгейі ондаған кэВ-қа (ауыр элементтер үшін), ал жеңіл элементтер үшін бір және одан да артық МэВ-ке өседі. Атомдық салмағы  $A > 40$  ядролардың реакция деңгейі 2-8 МэВ-ке тең (оттегі  $O_{16}$  мен көмір тек  $C_{12}$  – 4-7 МэВ). Таужыныстарында бірнеше серпіндісіз шашыраудан кейін, нейтрон энергиясы өз деңгейінен төмендейді, егер  $E_n < 0,1$  МэВ болса, онда реакция жүрмейді. Сонымен, серпімсіз реакция дегеніміз жылдам нейтрондарға және атомдық номері жоғары орталарға тән үрдіс.

**Серпімді шашырау** – бұл да ядролық реакция, оның жүру барысында ядроның ішкі энергиясы өзгермейді, ал «ядро-нейтрон» жүйесінің жиынтық кинетикалық энергиясы соқтығысудан (соударение) кейін бастапқы қалпын да қалады (28,б сурет).

Серпімді шашырау нейтрондарды бәсеңдетеді, өйткені, олар өз энергиясының бір бөлігін ядроларға береді. Бәсеңдеу процесі, массалары сол нейтрон массасы мен шамалас жеңіл ядролар да жақсы жүреді, яғни сутегі атомы ядроларында.

Ортаның бәсеңдеу қабілеттілігін сипаттау үшін «бәсеңдеу параметрі»  $\xi$  (параметр замедления) атты параметр пайдаланады. Ол нейтрон энергиясының бір рет соқтығысқан кезіндегі орташа логарифмдік жойылтуын сипаттайды:

$$\xi = 1 - \frac{(A-1)^2}{2A} \cdot \ln \frac{A-1}{A+1} \approx \frac{2}{A+1} \quad (2).$$

Сутегі үшін бұл көрсеткіш  ${}_1H^1 (A=1) \xi = 1$ ; көмір тек үшін  ${}_6C^{12} \xi = 16$ .

Бәсеңдеу параметрі бойынша нейтронның бастапқы энергиясы  $E_0$  белгілі бір деңгейге дейін  $E$  төмендеу үшін, қанша рет  $n$  ядро мен соқтығысу керек екенін есеп теуге болады:

$$n = \frac{1}{\xi} \cdot \ln \frac{E_0}{E} \quad (3).$$

**Нейтронның сіңуі** – бұл ядролық реакция, оның барысында ядромен нейтрон ұсталып, ядро қоздырылады, келешекте бастапқы негізгі жағдайға өтіп протон ( $n, p$  реакциясы),  $\alpha$ -бөлшектер ( $n, \alpha$ ), нейтрондар ( $n, 2n$ ) немесе  $\gamma$ -квантар ( $n, \gamma$ ) шығарады. Бірінші үш реакция жоғары деңгейімен сипатталады ( $E_n > 2 \div 5$  МэВ), олардың қимасы барлық элементтер үшін ( $B^{10}, Li^6, He^3$  –ден басқа) өте аз. Жылу нейтрондары ( $n, \gamma$ ) реакциясын тудырады, өйткені олардың энергиясы ядродан протонды,  $\alpha$ -бөлшектерін немесе нейтрондарды жұлып алуға жеткіліксіз. Әдетте, нейтрондардың сіңуінен кейін қалыптасқан қалдық ядро радиобелсенді болады.

Геофизикалық зерттеу үшін ( $n, \gamma$ ) реакциясы өте маңызды (28, в сурет). Реакция кезіндегі қосымша сәулеленуді **радиациялық ұстау** деп атайды, ал  $\gamma$ -кванттар радиациялық ұстаудың гамма-сәуле-ленуі, яғни ГИРЗ (ГИРЗ- гамма-излучение радиационного захвата) деп аталады. Оның микроскопия-лық қимасы  $\sigma_{\pi}=1/V$  (4).

мұнда  $V$ - нейтрондардың жылдамдығы. Нейтронның жылдамдығы азайған сайын, ол ядроға жақын арада орналасады, сөйтіп, ядроның оны ұстауының ықтималдығы жоғары. Осы себептен төменгі энергиялы (жылу) нейтрондары үшін радиациялық ұстаудың ықтималдығы жоғары. ГИРЗ спектрінің әр бір элемент үшін өзіндік ерекшелігі бар, сондықтан бұл ерекшелік оларды жіктеуге мүмкіндік береді.

Нейтрондардың кейбір белгілі элементтері ядролары мен әрекеттесу ықтималдығы толық нейтрондық қимасы мен  $\sigma$  сипатталады, ал ол болса нейтрондардың шашырау сир және сіңу  $\sigma_{\pi}$  қималарының қосындысына тең:

$$\sigma(E) = \sigma_p(E) + \sigma_{\pi}(E). \quad (4)$$

### Нейтронды гамма-картаж(НГК).

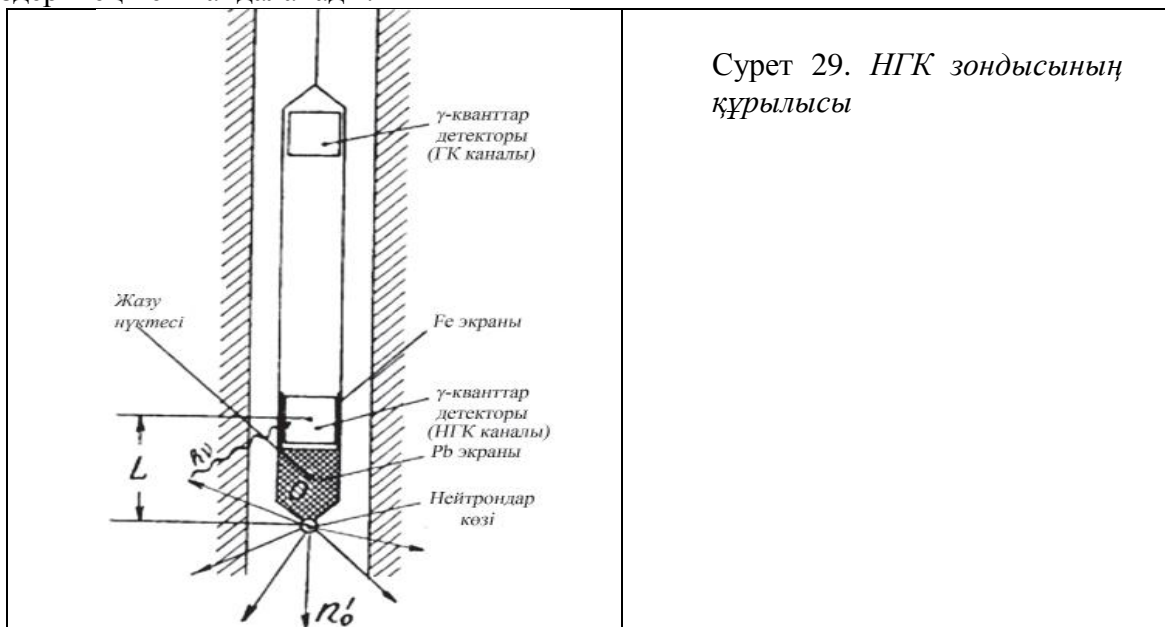
НГК әдісі мұнай газ ұңғымаларын зерттеуде басты әдістің бірі саналады. Басқа да геофизикалық әдістермен қоса, НГК ұңғыма қимасын литологиялық жіктеуге, коллекторларды бөлуге, кеуектілікті бағалауға, су-мұнай және газ-мұнай жапсарларын және басқада мақсаттар шешу үшін жүргізіледі.

#### Әдістің физикалық негіздері.

НГК-да таужынысы тарататын жасанды гамма-сәулелену өлшенеді. Бұл сәулеленуді қоздыру үшін ұңғыма қабырғалары нейтрондармен бомбаланады.

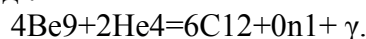
НГК-ның снаряды нейтрондар көзінен және гамма-сәулелену детекторынан тұрады. (2 сурет).

Нейтрондар көзі мен детектор ортасының ара қашықтығы зонд ұзындығы  $L$  деп аталады. Нейтрон көзі ретінде майдаланған бериллиймен және  $\alpha$ -сәуле шығаратын радиобелсенді бір элементтің тұзы қоспамен толтырылған ампулалар пайдаланады іс жүзінде Po-Be сәуле көздері кеңінен пайдаланады.



Сурет 29. НГК зондысының құрылысы

Полонидің жартылай ыдырау периоды 138.4 тәулік. Полоний ядросынан таралатын  $\alpha$ -бөлшектері әсерінен реакция жүреді:



Po-Be сәуле көзі, мөлшері 1г. полоний, шамамен секундына  $2 \cdot 10^6$  нейтрондар және соншалықты

гамма-кванттар береді. Нейтрондардың басым бөлігі –энергиясы 3.5-нан 6МэВ-ке дейінгі жылдам нейтрондар

### **Жылу нейтрондары бойынша нейтрон-нейтроды каротаж**

Жылу нейтрондары бойынша нейтрон-нейтронды картаж(ННК-Т), тұрақты нейтрондар көзінен тара-латын жылдам нейтрондардың таужыныста бәсеңдеуі нәтижесінде туындайтын жылу нейтрондары ағынының тығыздығын өлшеуге негізделген.

Зонд ұзындығы тұрақты болған жағдайда, жылу нейтрондар ағынының тығыздығы ( $E_n T = 0,025 \text{эВ}$ ) ортаның бәсеңдету және сіңіру қасиеттеріне, яғни сутегі мөлшеріне және жылу нейтрондарын ұстайтын қимасы жоғары элементтерге байланысты. Соны-мен, ННК-Т тәсілі НГК сияқты нәтижелер береді.

### **Жылу үсті (над тепловые) нейтрондары бойынша нейтрон-нейтронды каротаж**

Жылу үсті нейтрондары бойынша нейтрон-нейтронды каротаж (ННК-НТ), тұрақты нейтрондар көзінен таралатын жылдам нейтрондардың таужыныста бәсеңдеуі әсерінен туындайтын, жылу үсті нейтрондар ағыны тығыздығын өлшеуге негізделген.

Жылу үсті нейтрондар деп энергиясы 0,5 эВ-тан 20 кэВ-қа дейінге нейтрондарды айтады.

Жылу үсті нейтрондар ағыны тығыздығы ортаның бәсеңдету қасиеті мен, яғни ондағы сутегі мөлше-рі мен анықталады және ортаның сіңіру қабілеттілігі мен байланысты емес. Міне, осы ерекшілік ННК-НТ әдісінің басқа ННК-Т и НГК әдістерінен артықшылығы болып саналады.

Жылу үсті нейтрондар детекторы ретінде парафин-бор сүзгісімен оралған газоразрядты бор-фтор және сцинтилляциялық ЛДН санауыштары қолданылады.

### **Импульсті нейтронды әдістер**

Импульсті нейтронды әдістер кезінде тау жыныстарын қысқа уақыт ішінде (ұзақтығы  $\Delta t = 1-200 \text{мкс}$ ) жылдам нейтрондар ағынымен сәулеге келесі уақыт аралығы т арқылы түсіреді. Импульсті нейтронды гамма каротаж (ИНГК) және импульсті нейтрон-нейтрондық каротаж (ИННК) түрлері бар. Сәулеленудің импульсті режиміне иондарды кернеулігі жоғары магниттік өріске дейін жеткізе-тін, көлемі кіші ұңғымалық үдеткіштерді қолданумен қол жеткізуге болады. Арнайы нысананы атқы-лау барысында, олар энергиясы 14,1 мэВ жылдам нейтрондарын соғады. Стационарлық сәуле көзде-рін қолдануға қарағанда, мұндай жоғарғы энергия 60-70 см-ге дейін тереңдікті зерттеуді қамтамасыз етеді. Бұдан да басқа импульсті сәуле көзін тоқпен қоректендіруден ажыратқан кезде сәулелендіріл-мейді және қауіпсіз. Тіркелетін сәулелену қарқындылығында уақыт үшін баяулатқыш (102-мкс-қа дейін) тау жыныстардың құрамындағы сутегі, ал уақыт үшін диффузия (102-104 мкс) жұтылу концен-трациясы болып табылады. Ұңғымадағы жылу нейтрондарының өмір сүру уақыты жыныстарға қарағанда төмен, ал минерализацияланған сумен қаныққан қабатта мұнайға қаныққанға қарағанда төмен.

Су-мұнай жапсарларының орынын анықтау импульсті нейтронды әдістер үшін тұздар концен-трациясы 30г/л жоғары кезінде мүмкін ИНК әдістері стационарлы әдістердегідей мәселелерді шеше-ді, бірақ мұнда тиімділігі жоғары. ИНК кемшіліктері деп аспабының күрделілігі мен каротаж жүргізу жылдамдығының төмендігін айтуға болады.

Бақылау сұрақтары :

- 1). Тұрақты нейтрондар көзін пайдаланып жүргізетін нейтронды каротаж әдістері?
- 2). Нейтрондардың заттегі мен әрекеттесу процесі?
- 3). Нейтрондардың заттегі мен әрекеттесуі – серпімсіз шашырау?
- 4). Нейтрондардың заттегі мен әрекеттесуі – серпімді шашырау?
- 5). Нейтрондардың заттегі мен әрекеттесуі – радиациялық ұстау ?
- 6). Нейтронның сіңуі?

- 7). Нейтронды гамма-каро таж (НГК)?  
 8). Әдістің физикалық негіздері?  
 9). Жылу нейтрондары бойынша нейтрон-нейтроды каротаж?  
 10). Жылу үсті (над тепловые) нейтрондары бойынша нейтрон-нейтронды каротаж?  
 11). НГК әдістерінен артықшылығы?  
 12). Импульсті нейтронды әдістер?

**Ұңғыманы зерттеудің акустикалық әдістері  
 Тау жыныстарындағы акустикалық өріс.**

- Жоспар:** 1. Тау жынысындағы серпімді қасиеттер  
 2. Серпімділік параметрлер

1. Тау жынысындағы серпімді қасиеттер.

Тау жынысының қатты, сұйық және газ тәрізді компоненттерінің серпімділік және әрекеттелігіне тікелей байланысты.

Серпімділік параметрлер. Жыныстарға сыртқы күштердің әсерінен ішкі күштер пайда болып, олар денені бастапқы қалыпына қайта келуге жұмсалады. Дене қимасы ауданның бірлік өлшеміне сәйкес келетін сол ішкі күштің мөлшерін кернеу деп атайды. Кернеу векторлық шама. Сыртқы күш-тердің әсерінен жыныс үлгісі мөлшерінің, көлемінің немесе сыртқы пішінінің өзгерісін **деформация** деп атайды.

Қалыпты кернеу сәйкес деформацияны дененің сызықтық мөлшерінің өзгерісі ( $e_1$ ) арқылы бейнелеуге болады (сурет 1)

1 формула

$$e_1 = \frac{l_1' - l_1}{l_1} = \frac{\Delta l_1}{l_1}$$

$$e_2 = \frac{l_2' - l_2}{l_2} = \frac{\Delta l_2}{l_2},$$

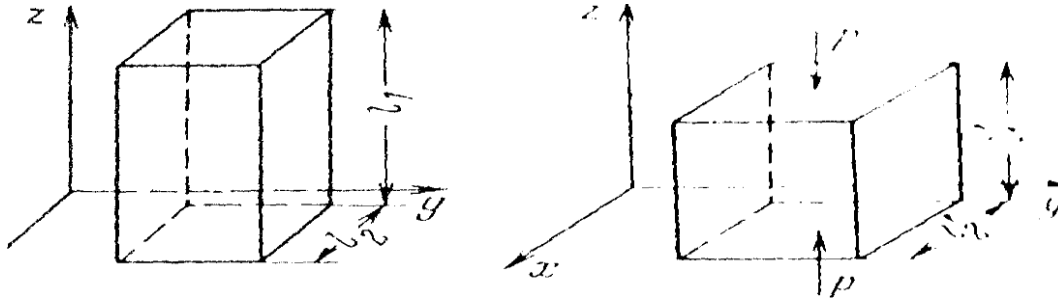
2 формула

$l_1$  және  $l_2$  - дененің бастапқы тура және көлденең мөлшері

$l_1'$  және  $l_2'$  - бір бағытта сығылған дененің мөлшері

Кернеу шамасы өскен сайын дене үш түрлі деформациялану сатысынан өтеді – серпімді, созылмалы және бұзылу.

Кернеу мен деформация арасындағы байланыс тұрақты коэффициент арқылы бейнеленеді. Мәселен, бойлық кернеу мен оған сәйкес деформация арасындағы коэффициентті **серпімділік модулі** немесе **Юнг модулі E** деп атайды.



2-сурет. Жыныстың бір бағытта сығылуы (P кернеуінің әсеріне: а – сығылуға дейін; б – сығылудан кейін)

$$P = E e$$

(3)

формула

Ал, жанама кернеу ( $\tau$ ) мен оған сәйкес жылжу деформациясы ( $\epsilon$ ) арасындағы коэффициентті ығысу модулі  $G$  деп атайды:

$$\tau = G \epsilon \quad 4 \text{ формула}$$

Бойлық және көлденең сығылу деформациялар арасындағы байланысты Пуассон коэффициенті деп атайды .

$$\nu = - \frac{\Delta l_2 / l_2}{\Delta l_1 / l_1} = - \frac{\epsilon_2}{\epsilon_1} \quad 5 \text{ формула}$$

Серпімді толқындардың таралу жылдамдықтары. Әдетте олар таралатын ортаны құрайтын таужыныстарының физикалық қасиеттері мен толқынның таралу тереңдігіне тікелей байланысты. Қума толқынның таралу жылдамдығы тау жыныстары бөлшектерінің ыдырауы мен сығылуына байланысты, яғни :

$$v_p = \sqrt{\frac{E(1-\gamma)}{\rho(1+\gamma)(1-2\gamma)}} \quad 6 \text{ формула}$$

Мұнда  $\rho$  - тау жыныстарының тығыздығы,  $E$  - бойлық ыдырау модулі (Юнга модулі),  $\delta$  --көлденең сығылу модулі (Пуассон коэффициенті).

Ал, көлденең толқынның таралу зат бөлшектерінің тек қана формасы өзгертуіне байланысты болғандықтан, оның таралу жылдамдығы төмендегі формуламен анықталады:

$$v_s = \sqrt{\frac{E}{\rho 2(1+\gamma)}} \quad 7 \text{ формула}$$

Серпімді толқындардың жұтылуы. Қоздырылған толқындар жан-жаққа таралып қашықтаған сайын олардың деңгейі төмендеп, азая түседі. Мұндай өзгерісті **толқындардың басылуы (жұтылуы)** деп атайды .

Толқындардың жұтылуы коэффициенті :

$$\alpha = \frac{1}{l} \ln \frac{A_1}{A_2}, \quad 8 \text{ формула}$$

Мұнда  $A_1$  және  $A_2$  – ара қашықтығы  $l$ -ге тең екі сейсмокабылдағыштардан тіркелген толқындар амплитудасы.

Толқындардың жұтылуы коэффициенті жыныстардың тұтыстығына, кеуектілігіне, жарықшақ-тығына, заттық құрамына, қуыстарды толтырған заттар құрамына тікелей байланысты .

### Бакылау сұрақтар:

- 1). Тау жынысындағы серпімді қасиеттер.
- 2). Серпімділік параметрлер
- 3). Дене қимасы ауданның бірлік өлшеміне сәйкес келетін күштің мөлшерін нені атайды?
- 4). Деформация деп нені атайды?
- 5). Ығысу модулі  $G$  деп нені атайды?
- 6). Бойлық және көлденең сығылу деформациялар арасындағы байланысты не деп атайды?
- 7). Серпімді толқындардың таралу жылдамдықтары?
- 8). Серпімді толқындардың жұтылуы нені айтады?
- 9). Ұңғымаларды зерттеудің акустикалық әдісі?
- 10). Тау жыныстардың акустикалық қасиетін анықтайтын факторлар?
- 11). Басты толқындардағы акустикалық каротаж?
- 12). ФКД (фаза корреляциялық диаграмма) бізге қандай мүмкіндік береді?
- 13). Мұнай-газ жатындарындағы АК диаграммаларының сипаты?
- 14). Шағылған толқындардың акустикалық әдісі?

### Акустикалық каротаж әдісінің физикалық негіздері

- Жоспар:** 1. Шағылған толқындардың акустикалық әдісі  
2. Жасанды жылулық өрісі әдісі

#### Ұңғымаларды зерттеудің акустикалық әдісі

**Акустикалық әдіс** – ультрадыбыс (20кГц-2 МГц) және дыбыс (3-20кГц) диапазонында ұңғымадағы серпімді толқындар өрістерінің параметрлерінің өзгерісіне негізделген. Мұндайда толқындық әдістер мүмкіншілігі толқындар ұзындығынан тәуелді, яғни тербелістер диапазонының жиілігіне. Акустикалық әдістерде басты толқындардың таралуы негізгі болады.

Тау жыныстардың акустикалық параметрлері олардың физико-механикалық қасиетіне, кеуектілігіне, кеуектілік кеңістігінің құрылысына және оның қанығу сипатына байланысты. Шегенделген ұңғымада тіркелген акустикалық сигналдар шегенделген жағдайына және көбіне цемент –жыныс және цемент-құбыр байланыстарының сапасына байланысты.

Бұлардың бәрі акустикалық әдісті қолданумен мұнай-газды геофизикалық мәселелерді шешудің ауқымының кеңдігін білдіреді.

Тау жыныстардың акустикалық қасиетін анықтайтын факторлар

Қатты біртекті ортада екі тәуелсіз толқындар таралады – бойлық  $P$  және көлденең  $S$ . Сәйкесінше жылдамдығын бағалау төмендегі формуламен анықталады:

$$v_p = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\sigma}}, \quad v_s = \sqrt{\frac{\mu}{\sigma}}, \quad (9.)$$

мұндағы  $\lambda$ ,  $\mu$  – Ламе тұрақтысы;  $\sigma$  – тығыздық. Ламе тұрақтысы бойлық толқындар жылдамдығына қарағанда көлденең жылдамдық әр кезде жоғары. Тау жыныстарында орташа  $V_p / V_s = 1,73$ . Ортаның негізгі сипатын, оның тығыздық қасиетін анықтауға мүмкіндік беретін серпімді тұрақтылар: Юнг модулі  $E$ , Пуассон коэффициенті  $\sigma$ , жылжу модулі  $G$  мен жанжақты сығу модулі  $K_c$  болып табылады. Орташа уақытқа  $\Delta TP$  және  $\Delta TS$  сәйкес  $VP$  және  $VS$  анықтау, сонымен бірге ортаның ішкі нүктесі үшін олардың келесідей серпімді тұрақтыларды есептеуге болады:

$$E = 9\mu k_c / (3k_c + \mu), \quad \nu = (3k_c - E) / 6k_c, \\ G = 3k_c(1 - 2\nu) / 2(1 + \nu), \quad k_c = E / 3(1 + 2\nu). \quad (10.)$$

(5.7) теңдеуінен байқағандай тығыздықтың өсуімен акустикалық жылдамдық төмендеуі керек. Бірақ та ортаның қаттылығымен шартталатын  $\lambda$  және  $\mu$  тұрақтылары, жыныс тығыздалған кезде тез жоғарлайды. Сондықтан тығыздықтың артуы мен акустикалық жылдамдық жоғарлайды.

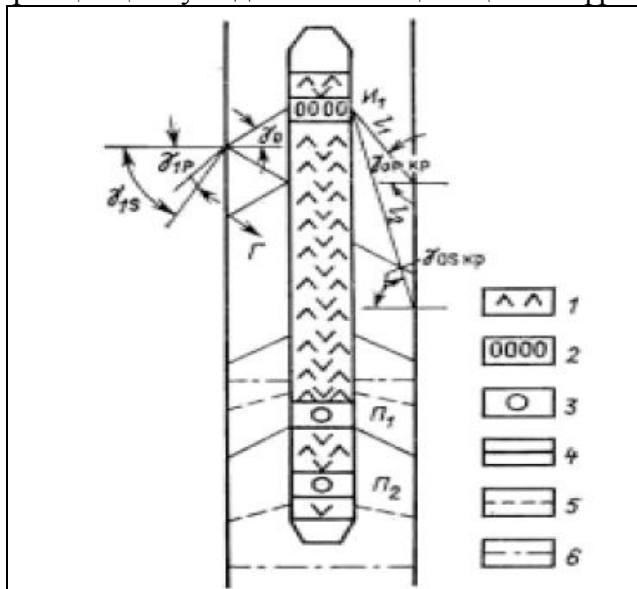
Жыныстардың коллекторлық қасиетін сипаттайтын параметрлер ішінде, негізгі  $P$  және  $S$  толқындардың кинематикалық және динамикалық сипатына кеуектілік  $K_p$  және жарықтақтық  $K_{тр}$  коэффициенті әсер етеді. Көптеген тау жыныстары үшін  $K_p$  өсуімен  $VP$  және  $VS$  төмендейді, орташа уақыт  $\Delta TP$  және  $\Delta TS$  және жұтылу коэффициенті  $\alpha P$  және  $\alpha S$  сәйкесінше жоғарлайды. Кеуектілік бойлық толқын жылдамдығы арасындағы нақты тәуелділік түйір аралық (межзерновых) кеуектілікпен цементтелген жыныстар үшін. Ол орташа уақыт теңдеуімен өрнектеледі.

$$k_{II} = \frac{\Delta T - \Delta T_{СК}}{\Delta T_{ж} - \Delta T_{СК}}, \quad (11.)$$

мұндағы,  $\Delta T_{СК}$ ,  $\Delta T_{ж}$  – жыныстар қаңқасындағы бойлық толқын үшін орташа уақыт және кеуектілікті толтырып тұрған сұйықтық.

### Басты толқындардағы акустикалық каротаж

Басты толқындардағы акустикалық каротажды іске асыру үшін, ұңғымаға сәулелендіргіш И1 және екі қабылдағыштан П1 және П2 тұратын аспап түсіріледі. И1 сәулелендіргіш пен қабылдағыш арасында акустикалық изолятор орналасқан. Сәулелендігіштен бірінші қабылдағышқа дейінгі ара қашықтық акустикалық зонд ұзындығы, ал қабылдағыштар арасындағы ұзындық оның базасы деп аталады. Ұңғымадағы сұйықта сәулелендіргіш жиілік спектрі 3-50 кГц-ке тең серпімді тербелістер импульсін тудырады. Сұйықтықта туындаған бойлық толқын  $P_0$  фронтын сфералық деп есептеуге болады.

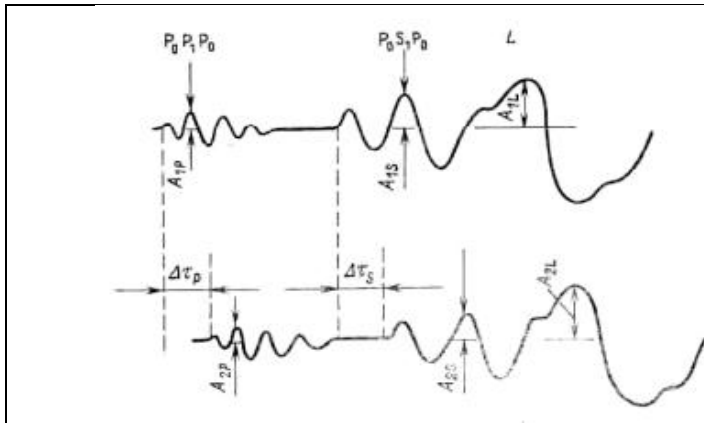


30. сурет – басты толқындармен акустикалық каротаж жүргізу сұлбасы.

- 1 – изолятор;
- 2 – сәулелендіргіш;
- 3 – қабылдағыш;
- 4-6 –  $P_0P_1P_0$ ,  $P_0SP_0$  и Лэмба толқындарының фронты.

Нақты сәулелендіргіштен бірінші  $T_1P$  пен  $T_1S$  және екінші  $T_2P$  пен  $T_2S$  қабылдағыштардағы толқындардың таралу уақытын өлшейді. Олардың айырмашылығы  $\Delta TP$  және  $\Delta TS$  анықтауға мүмкіндік береді. Бірақта, 6.2 суретте көрсетілгендей  $T_1P$ ,  $T_1S$ ,  $T_2P$  және  $T_2S$  уақыттары жыныста толқындардың жүріп өту уақытына ғана емес және жуу сұйықтығында олардың таралу уақытын есептеу қиындығына да тәуелді. Басты толқындармен бірге, ұңғымада толқындардың басқа түрлері пайда болады. Олардың ішінде негізгілері – аспап корпусынан және ұңғыма қабырғасынан көп еселі шағылған гидротолқындар және құбырлық толқын кейде оны Лэмба толқындары дейді. Көп еселі шағылған толқындар амплитудасы тез төмендейді. Оның үстіне олардың жүретін жолы жоғары (көп немесе үлкен), оны есептемеуге де болады.

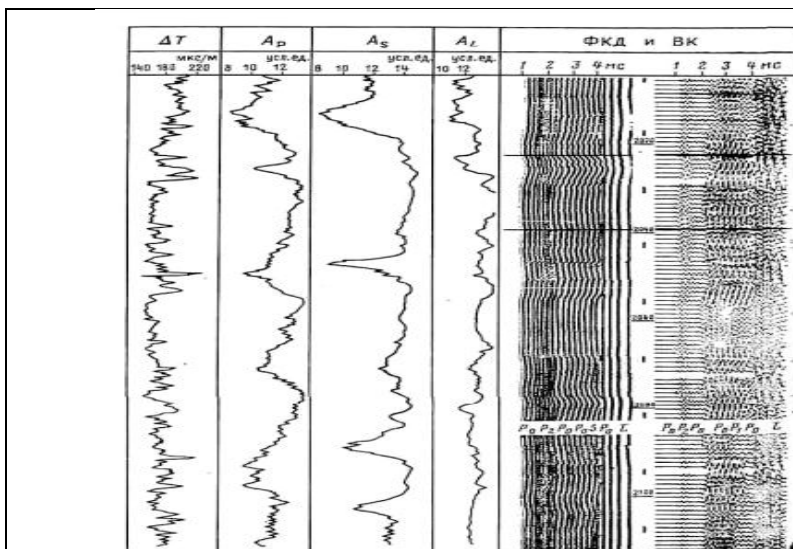




31. сурет – Екі қабылдағыштағы толқындық суретіне (волновых картин) талдау және олардың түрлері

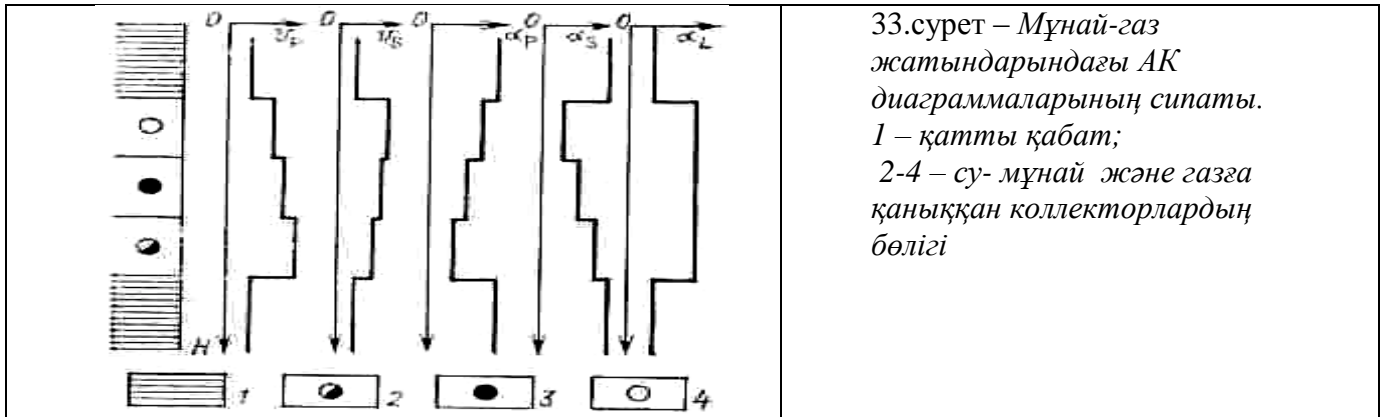
Егер де сәулелену спектрінде толқын ұзындығы үшін, ұңғыма диаметріне тең немесе одан үлкен жиілігі бар болса, құбырлық толқын туындайды. Толқын фронты ұңғыма қабырғасынан перпендикуляр, осыған байланысты энергияның жоғалуына әкелетін шағылу болмайды және құбырлық толқын ұңғыма бойынша үлкен ара қашықтықта әлсіреусіз болады. Егер құбырлық толқын жолында өткізгіш бөліктері кездессе, оның амплитудасы қоршаған ортада сәулелену энергиясынан төмендейді. Акустикалық каротаж кезінде, басты толқындарда аналогты кинематикалық  $T_{1P}$ ,  $T_{2P}$ ,  $\Delta T_P$ ,  $T_{1S}$ ,  $T_{2S}$ ,  $\Delta T_S$  және динамикалық параметрлер диаграммалары тіркеледі. Динамикалық параметрлер түсінігіне бірінші және екінші қабылдағыштардағы  $A_{1P}$ ,  $A_{2P}$ ,  $A_{1S}$ ,  $A_{2S}$  толқындар амплитудасы, сонымен бірге әлсіреу коэффициенті кіреді. Тек, аналогты диаграммаларды жазу кезінде акустикалық сигналдарға кіретін мәліметтердің жартысы жоғалады. Мәліметтердің максималды көлемін толқынды сурет (волновая картина) құрайды. Толқынды суреттерді (ВК) талдай отырып кинематикалық және динамикалық сипаттамаларын тез анықтауға болады.

Қазіргі кезде ФКД (фаза корреляциялық диаграмма) сызықтарының қалыңдығы амплитуда сигналдарын бағалауға мүмкіндік береді. Осындай ФКД талдай отырып, толқындардың әртүрлі түрін ажыратуға, олардың кинематикалық және динамикалық параметрлерін бағалауға, қиманы литологиясы бойынша бөлуге, өткізгіштерді сонымен, бірге жарықшақты жыныстарды бөлуге болады.



32. сурет – Акустикалық каротаждың басты толқындарын жазу түрі.

Түйіршікті коллекторларда кеуектілік коэффициентін анықтау үшін орташа уақыт (6.2 формула) қолданылады.  $\Delta T_{ж}$  мәнін қуыстарын толтырып тұрған флюид түрін температура, қысым және мине-рализацияларын ескере отырып алынады. Құрамында суы, мұнайы және газы бар түйіршікті коллекторлардың жатындарында акустикалық әдістер диаграммасының сипаты .33-суретте келтірілген.



33.сурет – Мұнай-газ жатындарындағы АК диаграммаларының сипаты.  
1 – қатты қабат;  
2-4 – су- мұнай және газға қаныққан коллекторлардың бөлігі

### Шағылған толқындардың акустикалық әдісі

Жоғары жиілікті сәулелендіргіш пен қабылдағыштарды (0.4-2МГц) қолдану ұңғыма қабырғасынан шағылған толқындарды тіркеуге мүмкіндік береді. Осы толқындардың кинематикасын және динамикасын зерттеу арқылы ұңғыма оқпанының (ұңғымалық акустикалық кавернометрия ҰАК немесе профилиметрия ҰАП) геометриясы жайлы, шегенделген колонна жағдайы жайлы және ұңғыма қабырғасын (ұңғымалық акустикалық телевизор –ҰАТ) құрайтын жыныстардың каверналық (ойықтың) және жарықшақтық – макроқұрылысы жайлы мәліметтер алуға болады.

ҰАК кезінде тербелістердің сәуленену жиілігі 0.5 мГц жуық, ҰАТ кезінде 1.5-2МГц тең. Ұңғыма қабырғасына жеткенде акустикалық толқындар шағылып, қабылдағыштарға тіркеледі. Уақыт бойынша ұңғыма оқпанының пішінін (формасын) және оның профилін ұңғыма қабырғасына дейін, акустикалық импульстің таралуы мен кері қайтуын есептеу арқылы анықтайды.

Ұңғымалық акустикалық телевизор қондырғысы аналогты, бірақ ҰАТ-де акустикалық тербелістер жиілігі жоғары. Нәтижесінде қашаудың ізін және желобтар, каверналарды, жарықшақты жыныстардың орынын белгілеуге болады. Шегенделген ұңғымаларда ҰАТ құбырлардың жағдайын (майысуы,ажырауы), перфорациялық тесіктердің орынын және санын анықтауға мүмкіндік береді

### Магниттік каротаж әдіс.

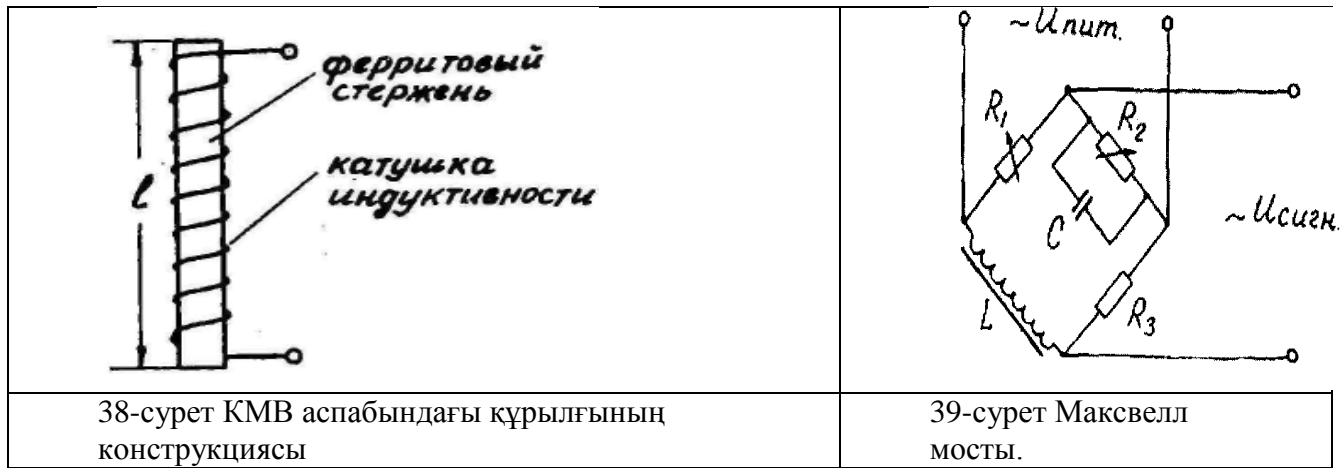
#### Жоспар:1. Максвелл мосты

#### 2. Магниттік каротаж

#### Магниттік каротаж .

Магниттік каротаж, дәлірек , магниттік қаблеттілікті каротажды (КМВ –каротаж магнитной воспри-мчивости) әдісі ұңғыма қабырғасын құрайтын таужыныстардың және рудалардың магниттік қаблет-тілігін ( $\chi$ ) өлшеуге негізделген.

Ұңғымалық аспаптағы магниттік қаблеттілікті өлшейтін аспап ролін ұзындығы 10-12см ферриттен жасалған өзекке оралған индуктивты катушка атқарады(сурет1). Катушканың индуктивті кедергісі өзі орналасқан ортаны электромагниттік қасиетіне тәуелді.Индуктивті кедергінің өзгерісін өлшеу үшін ,оны айнымалы ток тізбегіне ( Максвелл мосты) (КМВ-1 және КМВ-2 аспаптарында )немесе жиілігі датчиктің индуктивтігіне, яғни қоршаған ортаның магниттік қаблеттілігіне тәуелді LC-генератор схемасына (сурет-2) тіркейді (ТСМК-40, ТСМК-30аспаптарында).



КМВ әдісімен төмендегідей мәселелерді шешеді: ұңғыма ашқан қиманы литологиялықжіктеу, магниттік қасиеттері жоғары аралықтарды және олардың қалыңдығын анықтау ,таужыныс магниттік қаблеттілігінің нақты мәнін анықтау ,руда құрамындағы темірдің пайыздық мөлшерін анықтау.

КМВ деректері бойынша қиманы литологиялық жіктеу әр түрлі т/ж-тар құрамындағы магниттік минералдарды мөлшеріне негізделген .Төменденгі 1-кестеде кейбір таужыныстар үшін орташалан-ған магниттік қаблетіліктің мәні келтірілген.

Кесте -1 Таужыныстардың магниттік қаблетілігі.

Таужын ыс	Магниттілік қаблеттілік , <u><math>\kappa \cdot 10^{-3}</math> ед. СИ</u>
Гранит	5-100
Габбро	150-600
Перидот	380-1500
ит	
Әктас	0-5
Құмтас	0-100
Саз	0-500
Мәрмәр	0-5
Тақтатас	5-500
тар	
Магнетиттік руда	75000-150000

Магниттік қасиеттері жоғары интервалдар шекарасын анықтау аномалияның жартылай максимумы ережесі бойынша жүтгізіледі.

### Ядролық –магниттік картоаж әдіс(ЯМК).

#### Жоспар:1. Әдістің физикалық негізі

ЯМК әдісі таужыныс химиялық элементтері атомдары ядроларының магниттік және механикалық моменттерінің сыртқы импульсті магнит өрісімен әрекеттесуі нәтижесінде туындайтын электромаг-нитті өрісті зерттеуге негізделген.

Қазір , ЯМК әдісінің екі түрі бар: Жердің магнит өрісінде ядролардың еркін **прецессиясын** (лат. тілінен *praecedo* алдында жүремін,бұдан бұрын) зерттеу әдісі және күшті тұрақты магниттер өрісінде **спиндік** ( англ. *spin* – айналу, дөңгелеу ) **эхо** (жаңғырық) әдісі.

**Жердің магнит өрісінде ядролардың еркін прецессиясы әдісі**, оның авторлары Паккард және Вариян деп саналады.

Барлық химиялық элементтер атомының ядролары өз массасымен ( $A$ ) және ( $Z$ ) қатар механикалы айналмалы моментімен, яғни спинмен ( $\hat{S}$ ) және магниттік момент ( $\mu$ ) сипатталады.  $\mu/S = \gamma$  қатынасы гиромагниттік қатынас деп аталады. Элементарлық бөлшектер де спинімен және магниттік моментімен сипатталады.

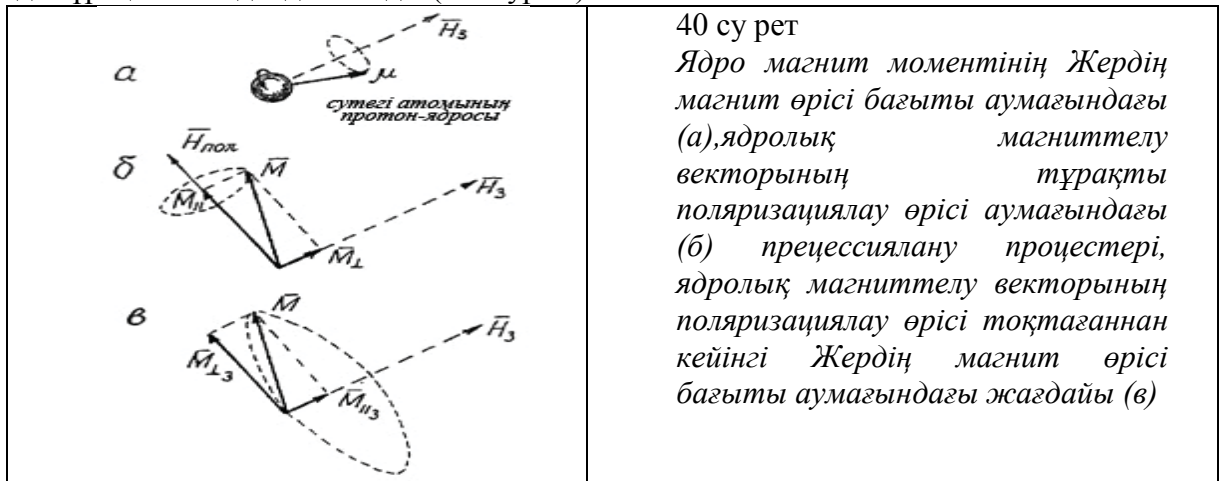
Спин тек қана толық немесе жартылай мәндерге тең  $(0; 0,5; 1,0; 1,5)$ , ол  $h/2\pi$  бірлігімен өрнектеледі. (Мұнда  $h$ -Планк тұрақтысы, ол  $h=6,6261 \cdot 10^{-34}$  Дж/гц) Электрондар, позитрондар және нейтрондар спиіне  $0,5$ -ке тең, яғни  $S=0,5 h/2\pi$ .

Ядроның магниттік және механикалық моменттерінің қозғалыс бағыттары бірдей. Сондықтан, ядроны өз осінің бойында магнит орнатылған зырылдауық ойыншыққа теңейді.

Сыртқы магнит өрісінің кернеулігіне және ядроның гидромагниттік қатынасына тәуелді:

$$\omega_L = \gamma H$$

Жердің өрісінде де ядро прецессияланады, өйткені атомдардың жылу қозғалысына байланысты олардың моменттерінің бағытына байланысты жердің өрісі бағыттарына қарағанда тұрақсыз жағдайда болады. (40-сурет)



Нақты ортаны ядролар жүйесі деп қарастыруға болады, оларды магниттік моменті мен спин-дері сыртқы магнит өрісімен өзара әрекеттеседі. Мұндай ядролар жүйесі заттегінің көлем бірлігінің жиынтық магниттік моментімен – ядролық магниттелу векторымен  $M$  сипатталады.

Ядролық магниттелу векторы мұндай жаңа жағдайға, поляризациялау өрісі бағыты аумағындағы ядроның магниттік моментінің прецессиялану барысында, біртіндеп жетеді. Мұндай процес ядролық магниттік релаксация деп аталады.

**Жаңа тақырыпты қайталау:**

- А). Магниттік каротаж
- Б) КМВ аспабындағы құрылғының конструкциясы
- В). Максвелл мосты.
- Г). Таужыныстардың магниттік қаблеттілігі?
- Д). Әдістерінің физикалық негіздері?
- Ж). Жердің магнит өрісінде ядролардың еркін прецессиясы әдісі?

**Термометрлік әдістер.**

**Жердің табиғи өрісі мен жасанды жылу өрісі әдістерінің физикалық негіздері**

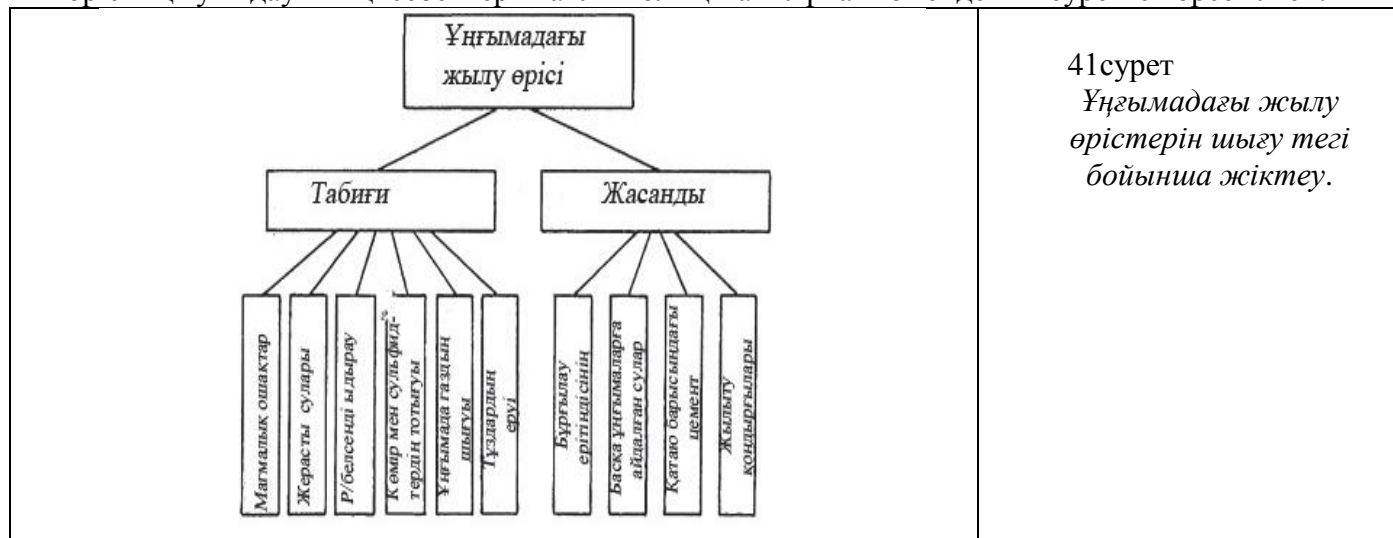
- Жоспар:** 1. Термометр құрылымы  
2. Термометрия әдісінің физикалық негіздері

**Ұңғымада термометрия жүргізу.**

Термометрия ұңғымадағы және оның айнала орналасқан таужыныстарындағы табиғи және жасанды жылу өрістерін зеріттейді.

**Табиғи өрістер** Жердің аймақтық (тереңдік) жылу өрісімен, немесе жергілікті процестермен, мәсе-лен сульфидті рудалардың тотығуынан, радиобелсенді ыдыраудан, тұздардың еруінен, жерасты су-ларының қосылуынан немесе ұңғымаға газ бөлінуімен байланысты болады.

**Жасанды өрістер** бұрғылау ертіндісінің жылуы, ұңғымаға су құйылуы, цементтік тастың қатаюы не-месе арнайы ұңғымалық жылытқыштар әсерінен туындайды. Ұңғымада жылу өрісінің туындауының себептері жайлы толық мағылұмат төмендегі 41 суретте көрсетілген.



41 сурет  
Ұңғымадағы жылу өрістерін шығу тегі бойынша жіктеу.

Температура ұңғымадағы жылу өрісінің қалыптасқан немесе қалыптаспаған режимінде өлшенеді. **Қалыптасқан режимде** бұрғылау ертіндісінің температурасы ұңғыма қабырғасындағы температурамен бірдей, яғни жылу алмасу үрдісі жүрмейді.

**Қалыптаспаған режимде** бұрғылау ертіндісімен таужыныстар арасында жылу алмасу үрдісі жүреді. Олардың арасындағы температура айырмашылығы мына формуламен анықталады:

$$\Delta t = \Delta t_0 \left( 1 - e^{-\frac{d^2}{16a\tau}} \right), \quad (4.1)$$

Мұнда  $\Delta t_0$  – алғашқы уақыттағы  $\tau = 0$  температура айырмасы;

$d$  - ұңғыма диаметрі;

$a$  - температура өткізгіштік коэффициенті.

Есептеулерге қарағанда, тұрақты режимді қалыптастыру үшін (5% нақтылықпен), шамамен 100 тәулік (ұңғыма диаметрі 20 см) уақыт қажет.

## 1. Әдістерінің физикалық негіздері

Жылу өрісінің бір текті, изотропты ортада таралу теориясы орта үшін жылу өткізгіштіктің дифференциалдық теңдеуімен өрнектеледі (Фурье теңдеуі).

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \nabla^2 t,$$

$\nabla^2 t$  - тікбұрыштық координаталарындағы Лаплас операторы

$$\nabla^2 t = \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2},$$

Мұнда  $t$  - температура ;

$\tau$  - уақыт;

$\alpha$ -жылу өткізгіштік коэффициенті( $m^2/c$ ), ол ортадағы жылу алмасу кезінде температураның ауысуы жылдамдығын сипаттайды.

$$\alpha = \frac{\lambda}{\sigma \cdot c},$$

Мұнда  $\lambda$ -жылу өткізгіштік коэффициенті, Вт/К\*м  
 $c$ - меншікті жылу сыйымдылығы, Дж/кг\*К  
 $\sigma$ -тығыздық, кг/м<sup>3</sup>

Жылу өткізгіштікке  $\lambda$  кері шама **меншікті жылу кедергісі** деп аталады

$$\xi = \frac{1}{\lambda}, \frac{m \cdot K}{Bt}$$

Жылу қалыптаспаған процесте бұл теңдеуді интегралдау ( $\partial t / \partial \tau \neq 0$ ), өте қиынға соғады, оны тек қана қарапайым жағдайда қолдануға болады.

Жылу алмасудың қалыптасқан процесінде  $\partial t / \partial \tau = 0$  бұл теңдеу Лаплас теңдеуіне ауысады:  $\nabla^2 t = 0$ , яғни жылу өрісінің таралуы тұрақты электр өрісі немесе кеңестікте қосымша массасы жоқ гравитациялық өріс заңдылығымен өрнектеледі.

4.1 кесте

Қалыптасқан жылу және электр өрістері арасындағы ұқсастық.

Өріс сипаттамасы	Электрлік	Жылулық
Таралу заңдылығы	$\nabla^2 U = \rho$	$\nabla^2 t = 0$
Өріс потенциалы	$U, B$	$t, K$
Заряд	$Q, Кл$	$Q, Дж$
Ток, жылу ағыны	$I = \frac{dQ}{dt}; \frac{Кл}{c} = A$	$\frac{dQ}{dt}; \frac{Дж}{c} = Bt$
Ток тығыздығы, жылу ағыны тығыздығы	$j = \frac{d^2 Q}{dt \cdot ds}; \frac{A}{m^2}$	$q = \frac{d^2 Q}{dt \cdot ds}; \frac{Bt}{m^2}$
Потенциал градиенті	$E = -\frac{\partial U}{\partial l}; \frac{B}{m}$	$\Gamma = -\frac{\partial t}{\partial l}; \frac{K}{m}$
Меншікті кедергі	$\rho = \frac{U}{I}; Ом \cdot m$	$\xi = \frac{t}{dQ/dt} \cdot l; \frac{K}{Bt} \cdot m$
Ом заңы (дифференциальды формада)	$E = j\rho$	$\Gamma = \xi \cdot q$

4.2 кесте

Таужыныстардың жылуөткізгіштік және меншікті жылу кедергісі (Г.А.Череменский, 1972)

Таужынысытары заттар	Жылу өткізгіштік коэффициенті $\lambda, \frac{Bt}{K \cdot m}$	Меншікті жылу кедергісі. $\xi, \frac{K \cdot m}{Bt}$
Гранит	2,3-4,1	0,24-4,3
Габбро	1,7-2,9	0,34-5,9
Дунит	3,1-5,0	0,20-5,0
Саз	0,17-1,7	<b>0,58-5,8</b>

Құм	0,35-3,5	0,29-2,9
Құмтас	0,7-5,8	0,17-1,43
Әктас	0,8-4,1	0,24-1,25
Тас тұзы	6,2	0,16
Сү	0,6	1,67
Мұнай	0,14	7,15
Ауа	0,024	41,6

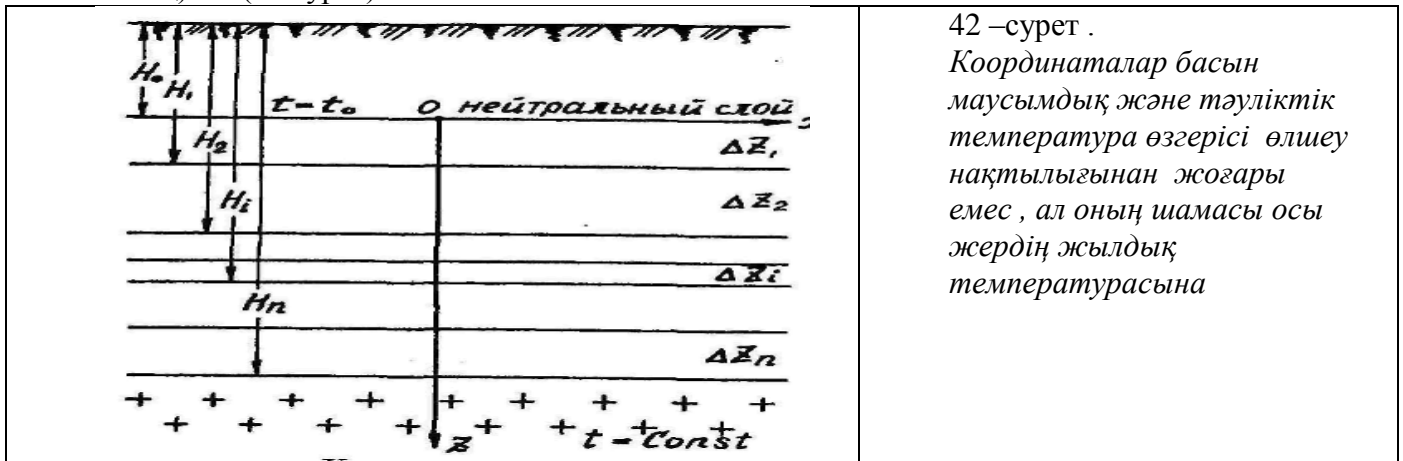
Сонымен , әр түрлі таужыныстар үшін меншікті кедергі шамасының өзгерісі он еседен асады.

Оның шамасы таужыныстың кеуектілігі мен ылғалдылығына өте тәуелді .Мысал ретінде шөгінді таужыныстарында **жылу кедергісінің** үлкен диапазонда өзгеруі .

## 2.Геотермограмма теңдеуі.

Бұл теңдеуді шешу прф. А .Козырин бойынша беріледі .

Лаплас теңдеуінің шешімін екі жартылай кеңестік арасында (бірі тұрақты температурасымен сипат-талады) қалыптасқан жылу алмасу үшін қарастырайық . Мұндай процес,ic жүзінде,көлденең орнала-сқан бірнеше қабатқа (астынғы қабат магма және қосымша жылу көзі жоқ)тән.(42 сурет)



42 –сурет .

Координаталар басын маусымдық және тәуліктік температура өзгерісі өлшеу нақтылығынан жоғары емес , ал оның шамасы осы жердің жылдық температурасына

$t_0$  тең «бейтарап қабатқа» орнатады. X және y осьтерін бейтарап қабаттың жазықтығына орналас-тырамыз, ал Z осін тік төмен бағытталған .Осылай жылу өрісінің таралуы x және y

$$\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} = 0.$$

осьтеріне тәуелсіз, ал Лаплас теңдеуі  $\partial^2 t$  төмендегідей өрнектеледі:

Олай болса,

$$\frac{\partial t}{\partial z} = c_1 \quad \text{және}$$

$$t = c_1 z + c_2$$

мұда  $c_1$  және  $c_2$  –мәндері анықталатын тұрақтылар.

$$\frac{\partial t}{\partial z} = -\Gamma$$

, ал біздің есебімізде температура Z бағытында өседі. Олай болса  $c_1 = \Gamma$ . Бейтарап қабат жазықтығына  $z=0$   $t=t_0$ , олай болса  $c_2 = t_0$  және шешуі төмендегідей:

$$t = \Gamma \cdot z + t_0.$$

Жалпы шешім

$$t = t_0 + \sum_{i=1}^{i=n} \Gamma_i \cdot \Delta z_i = t_0 + q \sum_{i=1}^{i=n} \Delta z_i$$

$\Delta z_i$  -і қабатының қалыңдығы

Бұндай сынған сызықтың теңдеуі, ол геотермограмма дейді. Геотермограмманың i-звеносының теңдеуі

$$t_i = t_{i-1} + \Gamma_i \Delta z_i \quad \text{бұдан} \quad \Gamma_i = \frac{t_i - t_{i-1}}{\Delta z_i} = \frac{t_i - t_{i-1}}{H_i - H_{i-1}}, \frac{\text{К}}{\text{м}}.$$

Бұл формула анықталатын шаманың мәні өте аз, сондықтан іс жүзінде  $\Gamma_{100} = 100 \Gamma_i$ . Дегенмен,  $\Gamma_{100}$  мәні әр жерде әр түрлі ол 0.2-ден 20/100\*і –ге өзгеріп отырады. Практикада геотермикалық градиенттің кері шамасы **геотермикалық саты** деп атайды.

$$G = 1/\Delta_{100}$$

Геотермикалық сатының орташа мәні  $G_{cp} = 33i/E$

Геотермикалық градиенттің өзгерісі мен геотермограмманы зерттеу – бұл **геотермия** деп аталатын пәніне немесе Жердің табиғи жылу өрісі саласына жатады. Ұңғымада геотермограмманы жазудың басты шарты, бұрғылау ертіндісімен температураларының тепетендігі. Геологиялық қимадны зеріттеуде геотермикалық зерттеулер ұңғыманың геотермограммасы  $t=f(H)$  түрінде көрсетеді.

### Бақылау сұрақтары:

1. Термометрия әдісінің физикалық негіздері туралы айтып беріңіз.
2. Термометрия әдістерін атап шығыңыз.
3. Термометр құрылымы.
4. Термометрдің жұмыс істеу принциптері мен градустелуі.
5. Ұңғыма бағанындағы темпиратураны қандай мақсаттар үшін білу қажет?
6. Термометрияның көмегімен қандай тапсырмаларды шешуге болады?

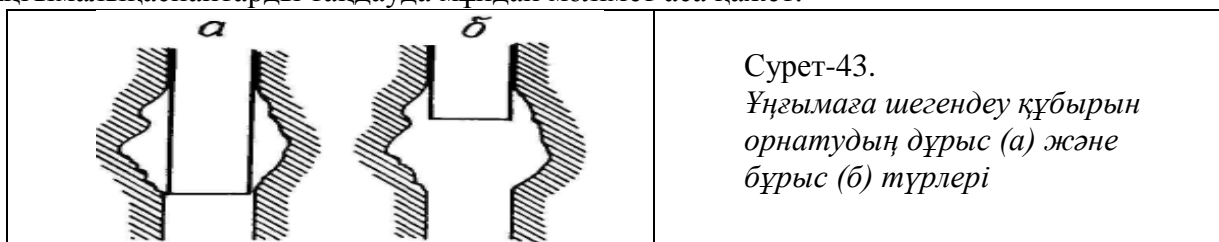
### Ұңғыманың техникалық жағдайларын меңгерудің әдістері Кавернометрия және профилометрия

- Жоспар:1.** Каверномерлер мен профиломерлер әдістері  
**2.** Каверномерлер мен профиломерлердің құрылымы

Кавернометрия.

Кавернометрия КМ деп бұрғылау ұңғымасының орташа диаметрін өлшеуді айтады. Жалпы алғанда, ұңғыманың іс жүзіндегі диаметрі бұрғы қашауының диаметріне тең емес. Осал таужыныстарын уату барысында ұңғыма диаметрі кесімді диаметрден  $d_n$  асып келеді. Мұның себебі, ұңғымада осал т/ж-дың лықсуынан қуыстар пайда болады. Қуыстар ұңғыманы бұрғылау барысында, саздың шайы-луынан сазды қабаттарда да пайда болады. Ұңғыманың диаметрінің кесімді диаметрден кішіреуі коллектор қабаттарда болады. Өзінің өтімділігі жоғары болуына байланысты, оларда бұрғылау ертін-дісі басылып қалады. Кеуек диаметрлері аз болғандықтан, қабатқа бұрғылау ертіндісінің тек сұйығы ғана енеді, ал ол ұңғыманың диаметрін кішірейтеді.

Ұңғыма диаметрін білу- техникалық және геологиялық мәселелерді шешуге аса қажетті. Мәселен, ұңғымаға шегендеу құбырын дұрыс орнату үшін ұңғыманың диаметрін білу қажет (сурет 43). Сонымен қатар, шегендеу құбырын бекітуге қажетті цемент мөлшерін есептеу үшін немесе каро-таж жұмыстарын жүргізу үшін қажетті ұңғымалық аспаптарды таңдауда мұндай мәлімет аса қажет.



Сурет-43.  
Ұңғымаға шегендеу құбырын орнатудың дұрыс (а) және бұрыс (б) түрлері

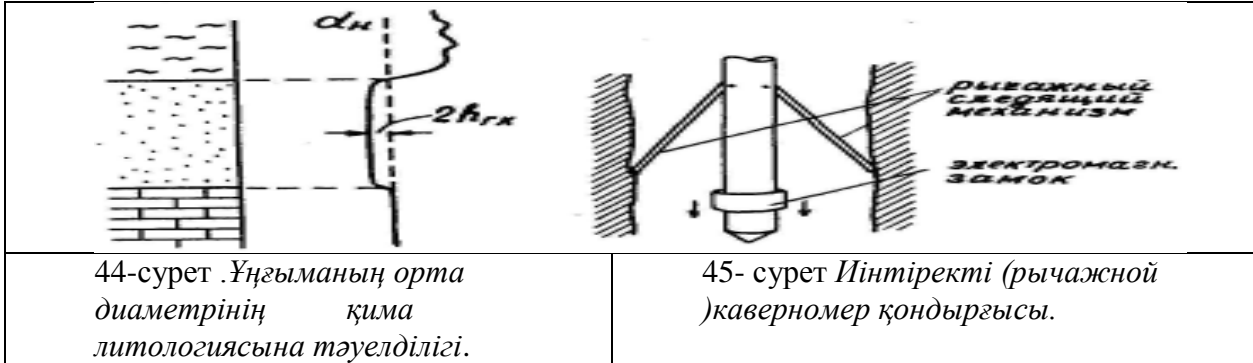
Ұңғыманың диаметрі жайлы мәлімет каротаж нәтижелерін (КС, БКЗ, БК, ИК, ГК,



НГК және т.б., қиманы литологиялық жіктеу) талдау үшін қажет(сурет44).

Ұңғыма диаметрін өлшейтін аспапты каверномер деп атайды. Олар құрылымы жағынан әр түрлі бола-ды: **иінтіректі ,шырақты(фонарный),басқарылатын және басқарылмайтын** болып бөлінеді.

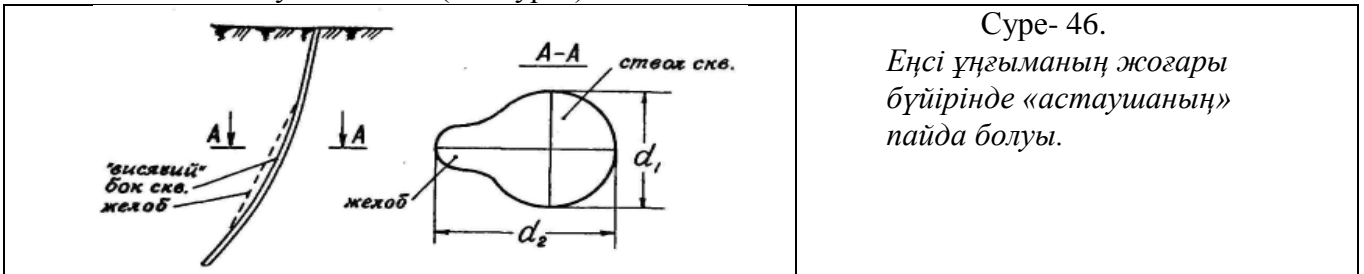
Төменде (45-сурет) иінтіректі каверномер қондырғысының төменгі бөлігі көрсетілген. Ұңғымалық аспаптың қорабына топса қадағалаушы механизм ролін атқаратын 3 иінтірек бекітілген.



Қазіргі каверномерлердің нақтылығы шамамен  $\pm 0,5$  см, микрокаверномерлердің нақтылығы  $\pm 0,1$  см-ге дейін жетеді.

#### Профилеметрия.

Профилеметрия деп ұңғыманың бір көлденең қимасында бірнеше диаметрін өлшеуді айтады. Мұндай өлшеудің қажеттілігі, ұңғыманың қимасы барлық уақытта дөңгелек пішінді болмайды. Саз, құмайттас және басқа да осал т/ж-ды бұрғылау барысында, еңіс ұңғыманың жоғары бүйірі жағынан «астауша» пайда болуы ықтимал, яғни диаметрі бұрғылау қашауынан кіші бұрғылау құбырлары ұңғыма қабырғасында шұңқыр, яғни «астауша» жасайды. Мұндай «астаушаларды» ұңғымалық аспапты жоғары көргенде каротаждық кабельдің де жасауы ықтимал(46- сурет).



«Астаушалар» бұрғылау снарядын немесе ұңғымалық аспапты жоғары көтергенде, оларды ұстап қалуы мүмкін.

Профилеметрия барысында екі қос иінтірек көмегімен екі өзара перпендикуляр диаметр өлшейді. Иінтіректердің әрбіреуі ұңғымалық аспап (СП) қорабынан иінтіректің ауытқуына пропорционал электр сигналын туындататын реостатты түрлендіргіштермен басқарады.

Іс жүзінде, радиусомер атаулы аспап та пайдаланады. Мұндай аспап 8 иінтіректен тұрады, оның әрбіреуі өз реостатты түрлендіргішімен басқарылады. Оның құрамында апсидальды жазықтықтан ауытқуын көрсететін датчик те бар.

#### Бақылау сұрақтары:

1. Ұңғыма бағаны қимасының диаметрі мен кескінін не үшін өлшеу қажет?
2. Каверномерлер мен профилемерлердің құрылымы туралы айтып беріңіз.
3. Каверномерлер мен профилемерлердің жұмыс істеу принциптері туралы айтып беріңіз.

4. Каверномерлер мен профиломерлердің типтерін атап шығыңыз.
5. Каверномерлер мен профиломерлердің артықшылықтары мен кемшіліктері туралы айтып беріңіз.
6. Каверномерлер мен профиломерлер әдістері арқылы қандай геологиялық тапсырмалар шешіледі?

## Инклинометрия

- Жоспар:** 1. Зенит бұрышы  
2. Инклинометрия
- Инклинометрия

Инклинометрия деп бұрғылау ұңғымасы оқпанының қисаю бұрышын өлшеуді айтады.

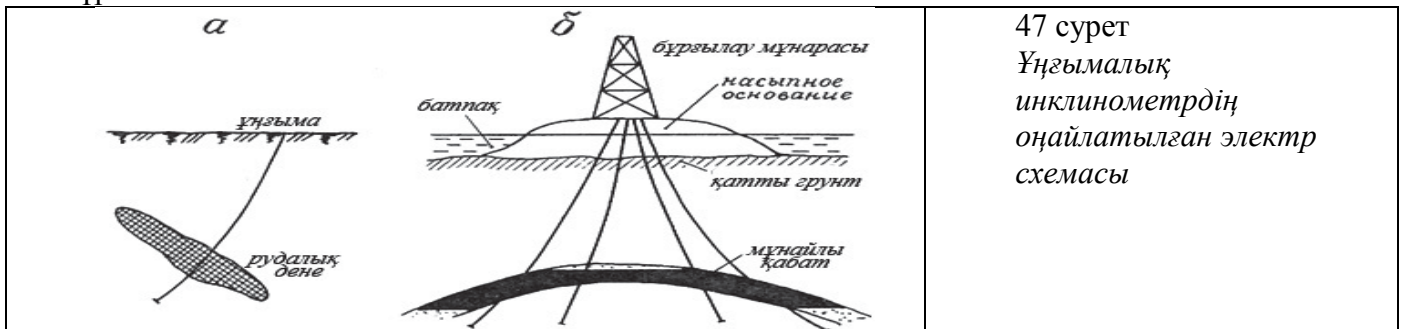
Геологиялық немесе техникалық тұрғыда қарағанда бұрғылау ұңғымасы тік немесе еңіс бағытта бұрғыланады. Еңіс ұңғымалар әдетте, теңіз платформаларынан мұнайды шығаруда, батпақты ауда-ндарда үйілген табаннан негізгі ұңғымаға қосымша оқпан қосу үшін бұрғыланады (сурет 47, б). Рудалық кенорындарында еңіс ұңғымалар тік құлаушы рудалық денелерді барлау кезінде бұрғыланады (сурет 47, а).

Ұңғыманың кеңестіктегі орналасқан жері тереңдік және екі бұрыштық параметрлерімен (зенит, азимут бұрыштарымен) сипатталады.

**Зенит бұрышы** – ұңғыма осі мен тік бағыт арасындағы бұрыш.

**Азимут бұрышы** – солтүстік бағыт пен ұңғыманың көлденең кесіні арасындағы бұрыш.

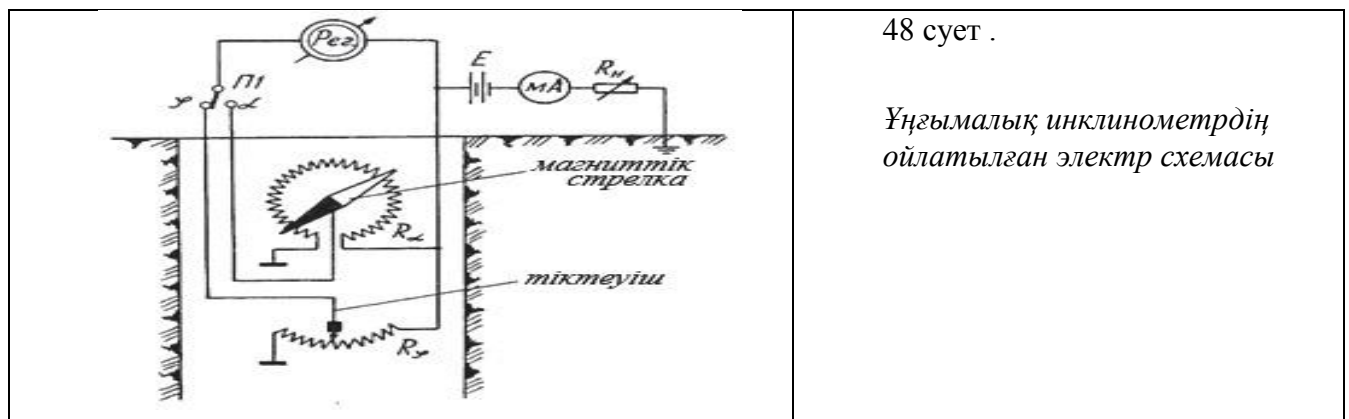
Кейбір кезде ұңғыманың еңіс бұрышы деп те айтылады, бұл зенит бұрышына  $90^\circ$ -қа толтыру бұрыш.



47 сурет  
Ұңғымалық инклинометрдің оңайлатылған электр схемасы

Ұңғыманың қисаю бұрышын білу-ұңғыманың кеңестікте пайдалы қазбаны қай нүктеде, қай нақты тереңдікте кесіп өткенін анықтау үшін қажет. Ұңғыманың қисаю бұрышын өлшеу үшін қолданылатын аспап инклинометр деп атайды.

Іс жүзінде, азимут бұрышы мәнін көрсететін (магнит тілі бар буссоль аспабы сияқты) электрин-клинометр кең тараған. Төменде, осындай инклинометрдің оңайлатылған электр схемасы (48 сурет) берілген.



48 сурет .

Ұңғымалық инклинометрдің оңайлатылған электр схемасы

**Азимут бұрышының датчигі**- магнит тілі бар буссоль аспабы. Ол сақиналық (реохорд)  $R_a$  және маг-нит тілінен (реостат бойымен жылжитын) тұрады.

**Зенит бұрышының датчигі** деп орналасу орны рехорд  $R_{\text{ч}}$  көмегімен электр сигналына айналдырып, мәліметтерді жоғарға беретін тіктеуішті айтады.

Екі датчик те, осі ұңғымалық аспаптың бойлық осімен сай келетін және эксцентрлі жүгі бар бұрма рамкасына орналасқан. Жүктің күшімен рамка отвестің тербелу жазықтығы ұңғыманың апсидальды жазықтығымен сай келетін жағдайларда орналасады, ал буссольдың жазықтығы көлбеу орналасады.

Азимут бұрышы реохордының басы отвестің тербелу жазықтығымен сәйкестелген. Өлшеу барысында магнит тілі және отвестің жапсарлары арнайы арретирлік құрылғы көмегімен өз реохордына қысылады, сөйтіп, әрбір реохорд бастауы мен оның қозғалмалы жапсары аралығындағы кедергі өлшенеді. Бұл кедергі шамасы азимут және зенит бұрыштарын сипаттайды.

Гиросоптық инклинометрлерде азимут датчигі ролін кардандық ілгіште теңдестірілген гирос-копгиромотор пайдаланады. Жоғарда келтірілген инклинометрлердің абсолюттік нақтылығы: азимут бойынша  $\pm 4-5\%$ , ал зенит бойынша  $\pm 0.5^{\circ}$ .

**Жаңа тақырыпты қайталау:**

- А). Инклинометрия дегенді түсіндір?
- Б). Зенит бұрышы?
- В). Азимут бұрышы ?
- Г). Инклинометр деп қандай аспапты атайды
- Д). Электринклинометр айт?

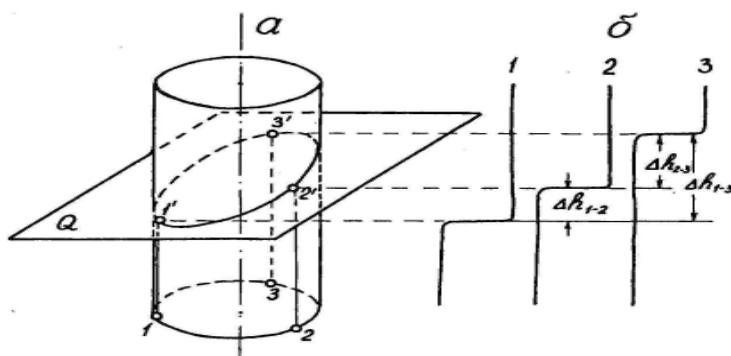
**Қабатты наклонометрия**

- Жоспар:** 1. НП-3қабаттық наклонометр  
2. Қабаттық наклонометрия

**Қабаттық наклонометрия** (ПН-пластовая наклонометрия) деп ұңғыма ашқан қабаттың еңіс бұрышы мен азимутын анықтауды айтады.

Ұңғымалық ПН аспабы ПС, МСК, СЭЗ, ГК немесе КМВ диаграммаларын жазу үшін белгілі бір тәртіп-пен орналастырылған үш датчиктен тұрады: датчиктер бір-біріне  $120^{\circ}$  бұрышпен орналастырған. Аспап құрамында ұңғыманың апсидальды жазықтығына байланысты оны бағдарлауға арналған құрылғы бар.

49-суретте көлбеу жатқан таужыныстар жапсарын кесіп өтеінін, әр түрлі қасиеттермен сипатталатын (мәселен, әр түрлі магниттік қаблеттілігімен) наклонометрдің жұмыс істеу принципі көрсетілген. Мұндай жағдайда 1, 2 және 3 датчиктер КМВ датчиктер ролін атқарады. Егер ұңғыма таужыныстар жапсарын тік бағытта кесіп өтетін болса, онда барлық үш датчиктердің диаграммадағы кенет өзгерісі бір тереңдікке сәйкес келеді, яғни барлық датчиктер жапсардан бір уақытта өтеді.



49-сурет.  
Қабаттық наклонометрдің жұмыс істеу принципі:  
а - наклонометр датчиктерінің орналасуы;  
б - әр түрлі физикалық қасиеттермен сипатталатын таужыныстар

Егер ұңғыма таужыныс жапсарын қиғаш кесіп өтсе ,онда алдымен 1-ші , сосын 2-ші ,кейін ғана 3-ші датчиктер өтеді ( наклонметрдің қозғалу бағыты жоғарыдан төмен қарай). Осыған сәйкес, дат-чиктер тіркеген аномалиялар да әр тереңдікке сай келеді(сурт-49).

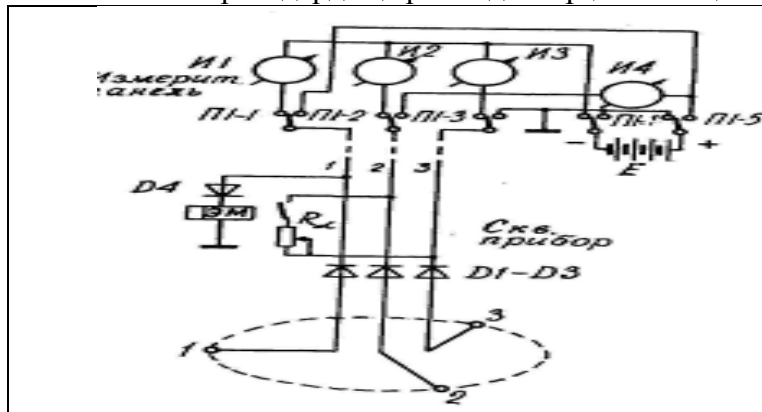
Анықталған  $\Delta h_{1-2}$ ,  $\Delta h_{2-3}$  и  $\Delta h_{1-3}$  тереңдіктері бойынша ұңғыманың таужыныстар жапсарымен кездесу бұрыштарын есептейтін әдістер бар.Олай болса, зенит бұрышын біле отырып ,қабаттың еңіс бұрышын анықтауға болады .

Қабаттық наклонмер НП-3 (наклонмер пластовый) жұмысымен толығырақ танысу үшін төменде келтірілген 2 суретке назар аударайық.

Бұл аспап құрамында МСК диаграммасын жазу үшін 3 электрод бар.Олар аспапты айнала бір-біріне  $120^\circ$  бұрышпен орналасып,Д1-Д3 диодтары арқылы тұрақты ток көзі Е-ден қоректенеді.

П1 ауыстырып –қосқышты солға бұрғанда электродтарға «-» кернеуі беріледі, Д1-Д3 диодтары тура қосылған ,И1-И3 аспаптары 3 МСК диаграммасы тіркейді. Ток тізбегі жер бетіне қосылған «+» кернеуі (П1-П5) арқылы тұйықталады. 50-100м-ден кейін зондты тоқтатып , оның бағытын анықтайды.

П1 ауыстырып –қосқышты бірінші позицияға ауыстырады.Нәтижесінде , барлық 3 тармағы «+» ток көзі, ал «жерге» «-»қосылады. Д1-Д3 диодтары жабылады , сөйтіп,1-3- электродтары арқылы өт-пейді. Осы сәттеД4 диоды ашылып, ток ЭМ электрмагниті арқылы тарайды да 2-ші және 3-ші тарам-дардың арасындағы ұңғымалық аспаптың бағыты датчигне қосылады.



Сурет-50  
НП-3 қабаттық  
наклонметрдің электр  
схемасы.

Датчик реохордының бастауы 1электродтың позициясымен біріктірілген. Датчик кедергісі И4 тірке-уішімен өлшеніп, содан кейін П1 ауыстырып –қосқыштын бірінші позицияға қайтадан ауыстырып, зондты жоғары көтеруді жалғастырып ,МСК диаграммаларын жазады.

И1-И3 үш тіркеуіштері жазған әр тереңдіктегі аномалиялар айырымы арқылы және ұңғыма инк-линометрі деректері бойынша, ұңғыма кесіп өткен қабаттың құлау бұрышы мен азимуты есептеледі

**Жаңа тақырыпты қайталау:**

- Қабаттық наклонметрия?
- Жұмыс істеу принципі?
- НП-3қабаттық наклонметрдің электр схемасы?

**Бұрғылау құбырларын, айналдыра орнатылған колонналарды және цементті дөңгелекті зерттеудің геофизикалық әдістері**

**Жоспар:1. Ұңғыманы цементтеу**

*ҰГЗ әдістері арқылы кеңістікте цементті анықтау*

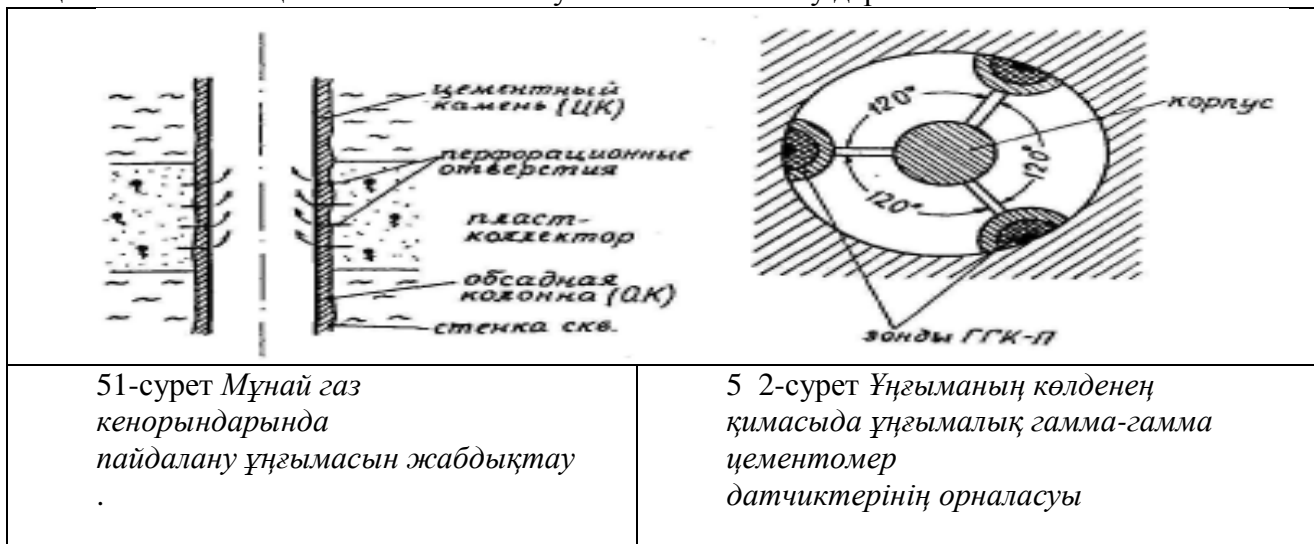
### Ұңғыманы цементтеу.

**Цементометрия** деп ұңғыманың шегендеу бағанасы цементтеу сапсын зерттеуді айтады. Мұнай газ кенорындарында пайдалану ұңғымаларын бұрғылап біткен соң болат бағаналармен шегендейді, бағана мен ұңғыма қабырғасыаралығын сапалы цементпен толтырады, тек осыдан кейін ғана өнімді қабаттарды перфоратор көмегімен ашады (сурет-51).

Ұңғыманы шегендеудің негізгі мақсаты – құбыр сыртында жерасты суының және төменгі қабаттардан өнімді қабатқа ақпауын қамтамасыз ету және шегендеу бағанасын бекіту үшін керек.

Цементтеу сапасы мына көрсеткіштермен сипатталады:

- құбыр сыртындағы кеңестікте цементтің көтерілу биіктігі;
- құбыр сыртындағы кеңестікте цементпен толық және біркелкі толуы;
- цементтік тастың бағанамен және таужыныспен жабысу дәрежесі.



Цемент биіктігін анықтау, сонымен қатар, радиобелсенді изотоптар әдісімен де жүргізіледі. Ол үшін цементке жатылай ыдырау периодыөте аз жасанды

### Жыныстар үлгілерін, қабатты флюидтердің сынамаларын алу және қабаттарды сынақтау.

- Жоспар :**
1. ОПУ-65 атаулы қабатты сынамалау құрылғысы
  2. Қабаттық сынамалаушылар

#### Жыныс үлгілерін, қабаттық флюидтер сынамаларын алу.

Ұңғыма ашқан қабаттарды белгілі әдістер көмегімен сынамалау көп уақыт алады. Оны бұрғылау жұмысы бітісімен, шегендеу құбырын төмен түсіріп, цементтегеннен кейін сынамалап пайдалану әдісімен жүргізеді: өнімді аралық перфоратормен ашылып, басқа аралықтардан оқшауланып, одан мұнай, газ немесе суды шығарады.

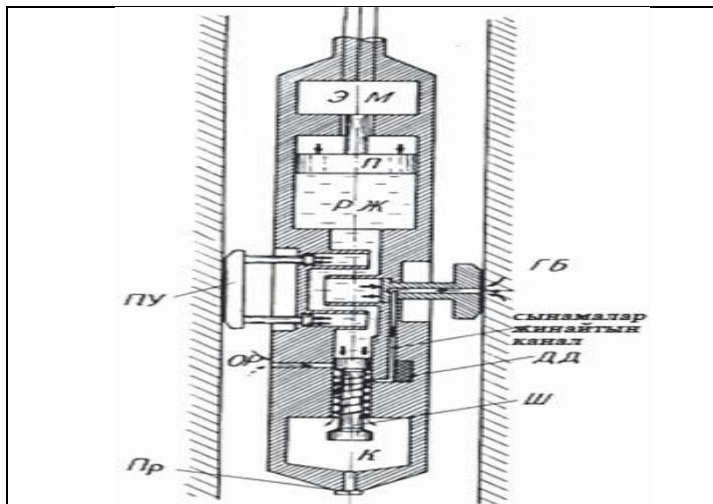
Сыналатын аралықтар кешенді түрде каротаждық диаграммаларды және керінді зеріттеу арқылы анықталады.

Бұл процесті тездетіп, бұрғылау жұмысының тиімділігін асыру үшін ұңғыма ашқан үмітті қабаттарды шегенделгенге дейін сынамалау қажет. Ол үшін құбырға орналасқан (ИПТ-испытатель пластов на трубах) және кабельге жалғанған (ОПК-опробователь пластов на кабеле) қабаттық сынамалаушылар қолданылады.

ОПК- мен жұмыс істеуді, әдетте, геофизика мамандары жүргізеді.

ОПК аспабы ұңғыма қабырғасына қысатын құрылғысы (ПУ- прижимное устройство) бар қораптан және герметикалық башмактан (ГБ)(флюид ағатын каналы бар), сынама сақталатын камерадан және жетегіден (электргидравликалық) тұрады.

Сұйықпен толтырылған (РЖ-рабочая жидкость) аспаптың қорабында поршен(П) бар электромотор ЭМ, шток Ш, ПУ және ГБ бар (53- сурет)



Сурет-53. ОПУ-65 атаулы қабатты сынамалау құрылғысы.

Аспапты ұңғымаға каротаждық кабельмен түсіріп, зеріттелетін қабаттың қарсысына орналастырады. ЭМ-ге ток көзі қосылып, ол поршенді жұмысқа қосады. РЖ –ның қысымы көбейіп ПУ-ды, содан кейін ГБ-ны жұмысқа қосады. Сөйтіп аспап ұңғыманың қабырғасына бекітіледі. Әрі қарай, ГБ каналы аралық камераға қабаттан флюид толтырылады. Жұмыс біткеннен кейін шток жоғары көтеріліп, камераны жабады.

Осыдан кейін аспап ұңғымадан жоғары көтеріліп, ондағы сұйық арнайы ыдысқа (шелекке) құйылады.

Егер қабаттан сұйықтың ағымы жоқ болса, аспапты қабаттың басқа бір орнына жылжытып, сынама алуға болады (сынама аспабын сегіз рет қайталап орналастыруға болады).

ОПУ-65 басқа сынама алғыштардың (ОПН, ОПГ, ОПТ және т.б.) мөлшері үлкен және олардың құрамына жарылыс заттары кіреді.

Кабельге жалғастырылған сынама алғыштар көмегімен сынама алу арқасында таужыныстар арасында коллектор және коллектор емес таужыныстарын ажырату, қабаттың қанығуы сипатын анықтауға болады. Олар арқылы су-мұнай (ВНК), газ-су (ГНК) және газ-су (ГВК) контактыларын анықтауға және қабаттың гидродинамикалық сипаттарын бағалауға болады.

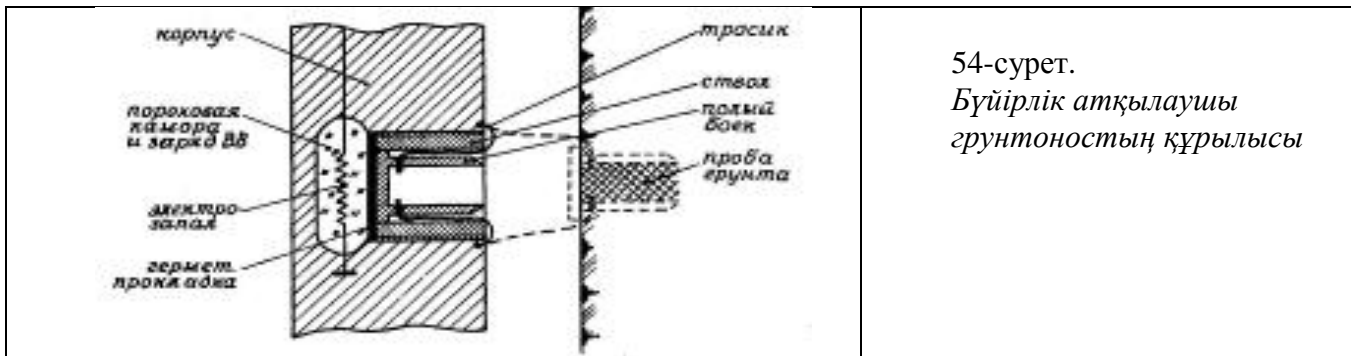
Мәселен, камераға сұйықтың құйылуы қабаттың коллектор екендігінің белгісі, ал оның болмауы-қабаттың коллектор еместігінің белгісі.

Қабаттың қанығуы сипаты алынған сынаманы талдау арқылы анықталады. Мәселен, мұнайлы қабаттарды көмірсутек газы құрамындағы ауыр көмірсутектің болуымен анықтайды. Сулы қабаттың белгісі – газ құрамында метан газының аздығы, ал метан газы мөлшерінің жоғары болуы - қабаттың газдылығының белгісі.

Сынамалау нәтижелері каротаж диаграммаларын интерпретациялау нәтижесі тездетіп нақты-лауға мүмкіндік береді.

#### Қабаттарды сынақтан өткізу талдау. Ұңғыма қабырғасынан сынама алу (грунталу)

Ұңғыма ашқан геологиялық қима жайлы мағлұматты геологтар бұрғылау барысында алынған кернді жан-жақты зерттеу арқылы алады, кейін оларды каротаж нәтижелерін пайдаланып нақтылайды. Егер, қажетті материалдар жетіспесе, жиналған материалдар бір-бірімен келіспесе немесе ұңғымадан керн алынбаған жағдайда, геологиялық қиманы ұңғыма қабырғасынан «грунтонос» көмегімен алынған үлгі арқылы анықтайды. Іс жүзінде, бүйірлік атқылаушы грунтоностар кеңінен қолданады (сурет-54)



54-сурет.  
Бүйірлік атқылаушы  
грунтоностың құрылысы

Мұндай грунтонос бірнеше тесіктері бар ауыр қораптан тұрады. Әрбір тесіктің артында іші жарылыс оқ-дәрісімен толтырылған камера орналасқан. Тесіктерге қысқа болаттан жасалған оқпан бұралып қондырылады. Стволдың ішінде стакан тәрізді шаппа орналасқан.

Дәрі салынған камерада электр тұтандырғыш орналасқан. Грунтонос каротаждық жұмырсымға жалғастырылып, қажетті тереңдікке түседі. Электр тұтандырғыш арқылы жіберілген ток дәрі камера-сындағы зарядты тұтандырып, стволдан атылған шаппа ұңғыма қабырғасына еніп, оның іші таужы-нысқа толады.

Зарядтың мөлшері шаппаның ұңғыма қабырғасына толық енуін қамтамасыз етіп алады. Ату аяқталған соң, каротаждық кабельді жоғары көтеру барысында ұңғыма қабырғасынан шаппа жұлып алынады.

Іс жүзінде, керн алудың басқа да, керінді жарылыссыз, бұрғылап, фрезерлеп алу әдістері бар.

Олардың өзіндік ерекшеліктері бар. Мысалы фрезерлі грунтонос мұхит түбінде бұрғыланатын аса терең ұңғымалардан үлгі алу үшін пайдаланады.

#### Бақылау сұрақтары:

- А). Қабаттық флюидтер сынымалар?
- Б). Қабаттық сынамалаушылар түрлері?
- В). Қабаттық сынамалаушылар қолданылуы ?
- Г). ОПУ-65 атаулы қабатты сынамалау құрылғысы?
- Д). Ұңғыма қабырғасынан сынама алу (грунт алу)?
- Ж). Бүйірлік әдістерін айт ? атқылаушы грунтоностың құрылысы?
- Е). Керінді жарылыссыз, бұрғылап, фрезерлеп алу?

### Перфорация және торпедалау.

**Жоспар:** 1. Шегенделген колонаны перфорациялау

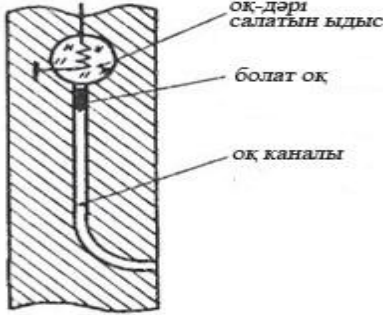
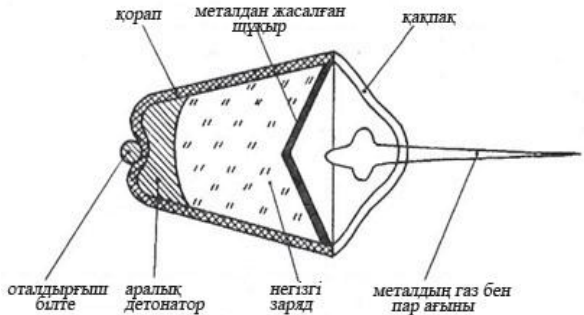
2. Кумулятивті перфоратор

**Шегенделген колонаны перфорациялау.** Ұңғымаға қабаттан флюидтердің түсуін қамтамасыз ету үшін және мұнайлы немесе газды қабаттарды ашу үшін шегенделген колоннаны перфорациялау (тес) керек.

**Оқты (пулевые) перфораторлардың жұмыс жасау принципі** бүйірден атылатын «грунтонос» сияқты, тек олар шегенделген колоннаны, цемент тасын тесіп және қабатқа 30-40см дейін кіретін болат оқтармен зарядталған. Оқты перфораторлар жұмыс істеуі бірауқытты және селективті болып бөлінеді. Бір уақытта жұмыс істейтін перфораторлардың оқтары бірауқытта атылады, ал селективтіде бірінен соң бірі, бір-бірлеп атылады. Оқты тесіп өту күшін жоғарылату үшін перфоратор стволын тік орна-тып, оның төменгі бөлігін дөңгелетіп жасайды, сөйтіп стволды ұзартады (55 сурет). Мұндай перфора-торды тік оқты перфоратор деп атайды (мәселен, ПВН-90 – пулевой вертикальный перфоратор).

Ұңғымалардағы перфорация жұмыстарының ең көп тарағаны куммулятивті перфорация. Оның конструкциясы мынандай бөліктерден тұрады: жарылыс затынан (гексоген) детонатор, темір ворон-кадан, қоршаушы корпусан. Куммулятивті заряд- оқсыз кіші өлшемді қуыстарды атқылауда өте үлкен нәтиже береді. Мұндай зарядтың жарылуы барысында куммулятивті қуыстың (выемка) бетінде түзілген толқындар металл воронканы жоғары қысыммен сығады. Осы кезде воронка іш жағынан ериді де, жарылыс нәтижесінде куммулятивті заряд осы бойымен жылдамдығы өте жоғары (8-10 мың м\сек) жартылай сұйық металлдың жіңішке ағысы атқылайды. Жылдамдығы 300 мың кг\см<sup>3</sup> бұл ағыс құбырда және цемент сақинасында едәуір тереңдікке дейін қуыс түзеді. Куммулятивті заряд қалыңдығы 24 мм болат пластинаны және бүтіндей цементтелген колоннаны 300 мм дейін тесіп өтіп, 10-12 мм диа-метрлік қуыс беру мүмкіндігі бар. Зарядтарды герметизациялау бойынша куммулятивті перфораторлар екі топқа бөлінеді: 1) корпуслы; 2) корпуссыз.

1) **Корпуслы куммулятивті перфораторлары** қолданыс уақытына қарай, көп ретті және бір ретті болып бөлінеді. Корпуслы куммулятивті перфораторда заряд детонацияланбайтын жарылыс патроны герметизацияланған болатты корпустың ішінде орналасады. Көп ретті куммулятивті перфоратор 10-50 рет атуға дейін шыдайды. Ал, бір реттік, мысалы: ПКО және ПКОС типтері бір рет қолданылады. Атылған кезде корпусы толығымен сынып бітеді. 56 суретте куммулятивті перфоратордың құрылысы көрсетілген. Ол қораптан, металдан жасалған май құйғыштан және қақпақтан тұрады. Қорап пен май құйғыш арасындағы кеңістік аралық оталдырғыш және жарылыс заряды мен толтырылған. Аралық оталдырғыш негізгі зарядты тезара да жұмысқа қосу үшін қажет. Аралық оталдырғышты оталдырғыш бауы мен (шнурымен) іске қосады. Май құйғыш пен қақпақ арасындағы кеңістік босап, бұл ортада қызған газбен ерітілген металдың жіңішке ағыны қалыптасады. Басты заряд жарылғаннан кейін жіңішке ағын 8-10 км/с жылдамдықпен атылады, оның қысымы 250-300 мың кг/см<sup>2</sup> қажетеді.

	
<p>55 сурет – Оқты перфораторлар қондырғысының құрылысы.</p>	<p>56 сурет – куммулятивті перфоратордың жұмыс жасауы.</p>

2) **Корпуссыз куммулятивті перфоратордың ленталық** айта кететін болсақ, оның жұқа темір лентаның ішінде герметизацияланған зарядтар орналасады. Детонациялайтын бау алюминді, ал жарылыс патроны және шойын жүгі, шыны ішіне бекітілген. Бұл перфораторлар жарылыс кезінде толығымен қиратылады, бірақ корпуссыз перфораторлардың тесу қабілеті, корпуслы перфораторларға қарағанда өте жоғары болады.

Іс жүзінде, жоғарыда айтылған перфораторлардан басқада түрлері қолданылады. Арнайы жүргізілген зерттеулер, ең тиімді перфорациялық тесіктер саны – 1 кумаметр ұңғыманың оқпанына 4-тен 30-ға дейін екендігін көрсетеді. Кейінгі кезде, «саңылаулы» («щелевые») перфораторлар кеңінен қолдануда. Мұндай перфораторлар ұңғымаға сорғыш-компрессорлық құбыр арқылы түсіріліп, шегендеу құбырын екі айналмалы фреза көмегімен, ені 8-ден 12 мм-ге дейін екі жіңішке саңылау кеседі. Саңылау кесілгеннен кейін, оған үлкен қысыммен сұйық ағыны жіберіліп, ол цементтік тасты және қабатты бұзады. Кесілген саңылаудың ұзындығы 50 м-ге жетуі ықтимал, Сондықтан да мұндай перфораторлар көлденең ұңғымаларда қабаттарды ашуға ыңғайлы.



### **Ұңғыманы торпедалау**

Торпедалау деп- ұңғымадағы жарылысты айтамыз. Ұңғыманы торпедалау- бұрғылау, сорғыш- ком-прессорлы және басқада құбырлардың ұңғымада қысылуын жою, бұрғылау кезінде болатын апатты жою, ұңғымадағы сүзгішті тазарту, сонымен қатар көне мұнай және газ ұңғымаларын «жандандыру» үшін жүргізіледі.

Ұңғымалық торпеда жарылғыш зарядтан және жарылыс құралдарынан (электр тұтандырғыш, капсула-детонатор және т.б.) тұрады.

Торпедалар герметикалық және герметикалық емес, фугасты және кумулятивті болып бөлінеді.

Ұңғымадағы бұрғылау құрал-сайманын немесе шегендеу құбырын босату алдында және де сүзгіштер-ді тазарту үшін оларды алд мен «сілкиді». Ол үшін оталдырғыш шнурдың бөлігін, яғни «оталдырғыш шнур торпедасын» (**ТДШ – торпеды детонирующего шнура**) қолданады. Торпедалауды бұрғылау процессі кезіндегі әртүрлі қиыншылықтарды, яғни қатты тау жынысы, темір заттар немесе қашаудың қысылып қалуы және фильтрлерді тазалау, ескі мұнай-газ кен орындарын қайта жандандыру сияқты жұмыстарда қолданады. Ядролық жарылыс кезінде тау жыныстарында миллион атмосфера қысым тудырады. Тау жыныстарының жартысы газға айналады. Тау жыныстарында көп деген 100м ге дейін ұзындыққа өтетін жіңішке жарылымдар пайда болады. Нәтижесінде тау жыныстарының өткізгіштігі жоғарлап, ұңғымада мұнай және газ дебиті артады.

Бірақта ұңғымада ядролық жұмыстар жасаудың жақсы нәтижелерінен басқа да, жер асты суларын радиоактивті элементтермен улайтын теріс залалдары бар.

### **Бақылау сұрақтары:**

- А). Шегенделген колонаны перфорациялау?
- Б). Оқты (пулевые) перфораторлардың жұмыс жасау принципі?
- В). Оқты перфораторлар жұмыс істеуіне байланысты қалай бөлінеді?
- Г). Оқты перфораторлар қондырғысының құрылысы?
- Д). Кумулятивті перфоратор . Оның конструкциясы?
- Ж). Корпусты куммулятивті перфораторлары?
- Е). Көп ретті куммулятивті перфоратор неше рет атуға шыдайды?
- З) Куммулятивті перфоратордың жұмыс жасауы.?
- Е). ) Корпуссыз куммулятивті перфоратордың ленталық?
- И). «Саңылаулы» («щелевые») перфораторлар?
- К).Қандай перфораторлар көлденең ұңғымаларда қабаттарды ашуға ыңғайлы ?
- Л). Ұңғыманы торпедалау?
- М). «Оталдырғыш шнур торпедасын» (ТДШ – торпеды детонирующего шнура) не үшін, қайда қолданады

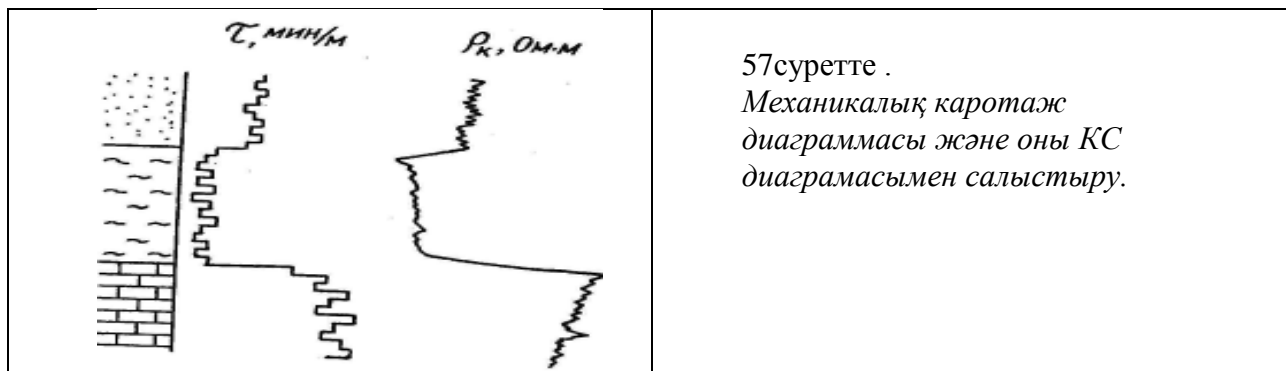
### **Бұрғылау үрдісі кезінде ұңғымаларды геохимиялық зерттеу**

#### **Ұңғымалардың газометриясы және люменесцентті-битуминологиялық әдістер**

#### **Жоспар: 1. Ұңғымалардың газометриясы**

Газды каротаж ұңғыманы бұрғылау барысында ұңғыманың мұнайлы және газды қабаттарға жақындағананын біліп, оларды айқындау үшін жүргізіледі.

Бұл әдіс 1934-1935 жылдары Кеңес үкіметінде ,кейіірек АҚШ-та mud logging (mud-лай, батпақ) деген атаумен өндіріске енген.



57суретте .  
Механикалық картаж  
диаграммасы және оны КС  
диаграммасымен салыстыру.

**Ұңғылалардың газометриясы және люменесцентті битуминологиялық әдісінің физикалық негіздері .**

Таужыныстар құрамында ,тіпті өте терең жатқан таужыныстарда,әрдайым азда борлса газ бар.Олар еркін ,жұтылған немесе ертінді түрінде болуы ықтимал. Газ азот ,гелий,көмірқышқылды газ , көмірсутекті газ түрінде кездеседі. Көмірсутекті газ мұнай ,газ және көмір кенорындардағы таужыныстарда таралған .

Газды кенорындарда метан газы ( $\text{CH}_4$ )басым болады , оның үлесі 93 пайызға жетеді; мұнай кенорындардағы газда ауыр көмірсутектер басым болады :этан (  $\text{C}_2\text{H}_6$  ), пропан ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ), бутан ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ), пентан ( $\text{C}_5\text{H}_{12}$  ),метанның үлесі 48 пайыздан аспайды (кесте 2).

(2-кесте).Көмірсутек шикізаты кенорындардағы көмірсутек құрамы .

Газ	Жатын түрі		
	Г	Газоконден	Мұн
Метан	9	82	48
Этан	3	4,5	3
Пропан	2	3,5	2
Бутан	1	4,3	2
Пентан	-	1	2
Гексан	-	1	2
Гептан	-	3,0	40

Жоғарғы температурада мұнайдың өзі газ тәрізді болуы ықтимал (гароконденсат).Жоғарғы қысымды өте терең ортада ,көлемі  $1\text{ м}^3$  мұнай құрамында  $200\text{ м}^3$  табиғи газ болуы ықтимал .

Ұңғыма газды немесе мұнайлы қабаттарды ашқанда таужынысы бұзылысқа ұшырайды ,оның құрамындағы газ бұрғылау ертіндісіне қосылып , жоғарғы жер бетіне шығады .

Жер бетінде ертіндіні газсыздандырып ,ондағы газдың мөлшері мен құрамын зеріттеу арқылы таужыныс құрамындағы көмірсутек газмөлшерін анықтауға болады.

**Эксплуатациялық мұнай мен газ ұңғымаларын геофизикалық зерттеу.**

**Жоспар:** 1. Влагометрия

2. Мембрандық манометр

**1. ҮГЗ әдістері мен шешілетін мәселелер.**

Қазіргі таңда кенорындарды игеруді бақылау үшін пайдаланылатын геофизикалық әдістер, кәсіби-геофизикалық зерттеу(промыслово-геофизические исследования, ПГИ) деген атаумен ҮГЗ-ның дер-бес бағытын құрайды. Аталмыш зерттеулер пайдалану ұңғымаларында

(игеру және айдау) шегендеу құбыры арқылы жүргізіледі. Ол үшін ұңғымалық аспапты лифт құбыры немесе құбыр аралық кеңіс-тік арқылы (шегендеу колоннасы мен лифт немесе сорғыш-компрессорлық құбыр аралығымен) түсі-ру керек. Бұл диаметрі аз арнайы ұңғымалық аспапты қажет етеді.

Кәсіби-геофизикалық зерттеудің басты мақсаты – өнімді қабаттардың жағдайын білу және олардан көмірсутекті шығару кезінде болып жатқан өзгерістері туралы, шығым деңгейін барынша көбейту үшін, оң тайлы жүйені таңдау үшін қажетті ақпараттар алу болып саналады.

Кәсіби-геофизикалық зерттеулер барысында әр түрлі мәселелерді шешуге тура келеді. Оларды зерт-теу мақсатына байланысты бірнеше топқа бөлуге болады.

1. Мұнай мен газ қабаттарының пайдалануға қажетті және энергетикалық сипаттамаларын зерттеу.

Бұл топқа келесі мәселелер кіреді:

- ағын кіретін аралықтарды (интервалдарды) бөлу, олардың қалыңдығын және шығымын анықтау;

қабаттық қысымды анықтау және қабаттың өнімділік коэффициентін есептеу;

- мұнай ағынының қарқындылығын үдету процесін бақылау.

2. Ұңғымаға сырттан кіретін мұнай, газ және су мөлшерін анықтау үшін ұңғыма оқпаны бойымен жыл-жытын сұйық ағынының құрамы мен құрылымын зерттеу.

3. Су-мұнай және газ-сұйық жапсарларының өзгерісін қадағалау арқылы судың мұнайды ығыстыру процесін және қабаттардағы қалдық мұнай қанықтығын зерттеу.

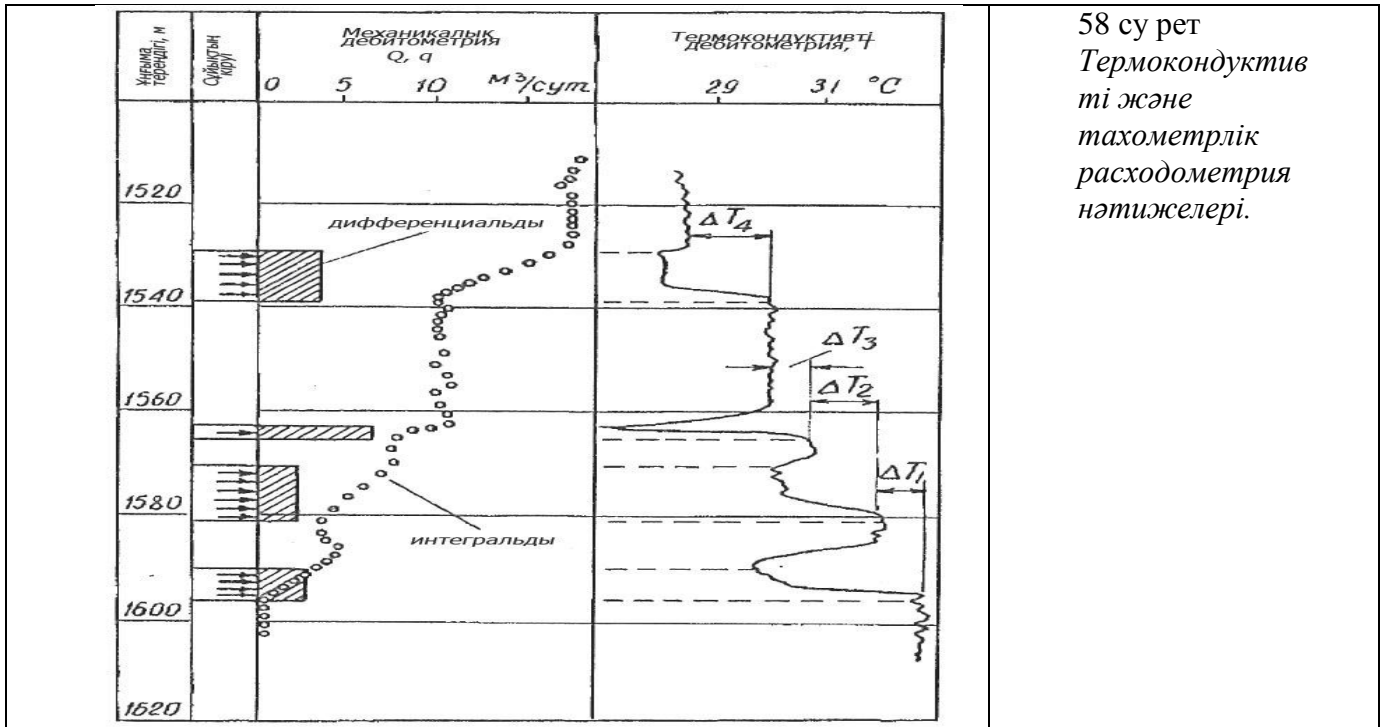
4. Ұңғыманың техникалық жағдайын, шегендеу құбырының және сорғыш-компрессорлық құбырлар-дың саңылауларын, құбыр сыртындағы сұйықтың айналымын зерттеу, тереңдік қондырғыларды ор-натуды бақылау және т.б.

Аталмыш 4 топ мәселелерді шешу барысында, ұңғыманы цементтеу сапасын зерттеу үшін акустика-лық және гамма-гамма әдістер, шегендеу құбырына дефектометрия жүргізу үшін индукциялық және ГГМ әдістері, құбыр сыртында сұйықтың айналымын және шегендеу құбырының ақауын зерттеу үшін термометриялық әдістер қолданылады.

### **Ағын кіретін аралықтарды бөлу, олардың қалыңдығы және әрбір қабат пен қабатшының шығынын анықтау.**

Аталмыш мәселелерді шешу ұңғымада жүргізілетін потокометрия (дебитометрия немесе расходо-метрия) нәтижелеріне негізделген . Бұл жұмыстарды термо кондуктивті және механикалық аспаптар қолданылады. Өлшеу барысында нақты деректерді әрбір нүктеде жүргізілетін тахеометриялық рас-ходомерлермен алуға болады, өйткені бұл аспапта флюидтің бүкіл ағыны расходомердің өлшеуіш каналы арқылы оның қанатшасына бағытталады.

Бұл әдіс өндіру ұңғымаларында мұнайдың шығымын әрбір қабат және қабатша бойынша, ал айдама ұңғымаларында судың сіңуін анықтауға, қабаттың мұнай беру мүмкіндігін , және де өнімділік пен өткізгіштік коэффициенттерін есептеуге қажетті деректерді алуға мүмкіндік береді. Интегралды деби-тограмма төрт интервалға жіктелген, олардың арасында ең көп өнімді интервал  $7\text{ м}^3$  тәулік немесе 40% жоғарыда орналған 1529-1539 м инервал береді.



58 су рет  
Термокондуктив  
ті және  
тахометрлік  
расходомерия  
нәтижелері.

Осы интегралдық дебитограмма бойынша дифференциалды дебитограмма есептелініп, ол сырртан құйылу ағынының қабат қалыңдығы бірлігіне келетін қарқындылығына көрсетеді:

$$q = \frac{Q_{\text{кр}} - Q_{\text{под}}}{h} \left[ \frac{\text{м}^3 / \text{сут}}{\text{м}} \right],$$

мұнда,  $Q_{\text{кр}}$  – қабаттың жабыны мен табанындағы интегралды шығым,  $h$  – оның қалыңдығы.

Термокондуктивтік дебитограммада әрбір қабаттың шығымы оның температуралық аномалиясына  $\Delta T$  (58 сурет) пропорционал. Қабаттағы температурның күрт төмендеуі ағынның тарамды жасаушы-сының әсерімен байланысты.

### Қабаттық қысымды анықтау және өнімділік коэффициенті есептеу.

Қабаттық қысым мұнай жатынының маңызды энергетикалық сипаттамасы болып саналады. Өйткені, ұңғыма ішіндегі қысымнан қабат қысымының артықшылығы флюидтің сырттан ұңғыма ағуын қамтамасыз етеді. Жатындағы қысым жайлы деректерді ұңғыма ішінде қысымды үздіксіз өлшеу арқылы алады.

Әдетте, ұңғылық қысым **Р заб** және қабаттық **Р пл** деп бөлінеді.

**Ұңғылық қысым** – Р заб ретінде жұмыс істеп тұрған өндіру немесе айдама ұңғымаларының тереңдігі теспелеу интервалының ортасындағы флюидтің қысымын қабылдайды.

**Қабаттық қысым** – ретінде көптен жұмыс істемей тұрған ұңғыманың теспеленген орнының ортасындағы флюид қысымын қабылдайды. Ұсымының бұл екі түрде тереңдік манометр көмегімен тікелей өлшенеді немесе ұңғыманың ернеуіндегі қысым мен өлшеу нүктесі үстіндегі сұйық бағанасының биіктігі арқылы есептелінеді.

**Мембрандық манометр** – аралық өлшеу үшін ыңғайлы аспап. Ол ішінде атмосфералық қысыммен ауасы бар қораптан, серпімді мембранадан және мембрананың иілуін электр тогына ауыстырып жіберіп, жер етіне арқылы жеткізетін түрлендірушіден тұрады. Түрлендіруші ролін тензорезистор атқарады. 59 сурет.

**Геликстік манометр** автономды және аралық түрде болуы ықтимал. Аспапты сезгіш элементірін сильфолмен байланысқан қуыс геликстік серіппе атқарады. Сильфон сыртқы қысымды қабылдап, серіппе ішіндегі газға береді. Қысым көбейген сайын серіппе соншалықты түзеледі, ал оның бос жағы жылжиды, сөйтіп реостаттық түрлендірушідегі кедергі шамасын өзгертеді. Түрлендірушінің көрсеткіші компьютердің таратушы жадына тіркеледі. Түрлендіруші және таратушы жады арнайы батареядан қоректенеді. 60 сурет

**Серіппелі – поршендік манометр** - сыртқы қысымды серіппеленген поршенмен қабылдайды. Сыртқы қысым әсерінен поршеннің жылжуын серіппенің деформациясы арқылы теңестіріледі. Ұңғымадағы сұйық аспаптың ішіне кірмеу үшін поршен жақсы нығыздалуы қажет, ал нығыздалған поршенді орнына қозғау қиынға соғады. 61 сурет.

ПДС-1 атаулы ұңғымадағы қысымды түрлендіруші аспапта бұл кемшілікті жою үшін электровид-ратор орналастырылған. Ол поршенде амплитудасы аз, жиілігі бірнеше жүз Гц тебеліс береді.

<p>59 сурет Мембрандық манометрдің жұмыс істеу принципі.</p>	<p>60 сурет Геликс типтес автономдық манометр.</p>	<p>61 сурет Серіппелі-поршендік ұңғымалық қысымды түрлендіруші ПДС-1 аспабы.</p>

**Өнімділік коэффициенті** - ұңғы ұысымы бір бірлекке төмендегенде, қабаттан сұйықтың қандай мөл-шері алынатынын көрсетейін шама. Өнімділік коэффициентін арасындағы тәуелділікті зерттейді.

Қысымды тереңдік манометрмен өшейді, ал шығым – ұңғымалық дебитометрмен өлшенеді. Фонтан болып атқылайтын ұңғымаларда қалыптасқан іріктеу әдісін қолданады: қабаттық флюидтің ыдысқа штуцер арқылы құйылады, сол штуцерді өзгерте отырып, шығым мен ұңғылық қысымды бірнеше рет өлшейді.

**Ұңғыма оқпанындағы флюид ағындарының құрамы мен құрылымын зерттеу.**

Контурдан тыс немесе контур ішіндегі сулануды пайдаланып, мұнай жатындарын игеру барысында, өндіру ұңғымалары оқпанында судың өткізгіш қабатшалар арқылы жарып өтуі жиі кездеседі. Сонымен қатар, қабаттың мұнай қанықтылығы азайған сайын немесе су-мұнай жапсарының көте-рілуінен ұңғымаға минералданған қабаттық сулар құйылуы мүмкін. Сөйтіп, ұңғымада бір уақытта мұнай, қабаттық және сырттан құйылған сулар болуы ықтимал. Оған қоса, егер жатынның газ телпегі (газовая шапка) болса немесе жатындағы қысым қаныққан газдың қысымынан аз болса, онда ұңғы-маға бос газ кіруі ықтимал. Аталмыш себептерге байланысты, мұнай кен орындарын игеру барысында ұңғымаға әрбір ашылған қабаттан қандай флюид және қандай мөлшерде кіріп жатырғанын білу, өте

маңызды мәселе. Бұл мәселенің маңыздылығы мынада: қазір де ұңғымадан әрбір тонна өндірілген мұнайға шамамен 3 тоннаға жуық су алынады.

Сырттан келетін ағынның құрамын зерттеу үшін плотносометрия, влагометрия және индукциялық резистивиметрия әдістері расходометрия және термометрия әдістері мен бірігіп жүргізіледі.

**Плотносометрия** – ұңғыма оқпанындағы сұйықтың тығыздығын өлшеу. Ол үшін гамма-гамма плотностомерлер қолданылады.

Мұндай аспап бір түзудің бойында орналасқан  $\gamma$ -сәулелену көзінен және  $\gamma$ -кванттар детекторынан тұрады.  $\gamma$ -сәулелену көзі ретінде тулий-170 ( $E_\gamma=88$  кэВ) қолданылады.  $\gamma$ -сәулелену көзі мен детектор аралығы 30-50 см және бұл аралық зерттелетін сұйық пен толтырылған.  $\gamma$ -кванттар ағыны сұйық арқылы таралып, детекторға тек қана көзден таралған тура сәулелер түседі ( төменде 62 сурет).

Физика курсынан белгілі, қалыңдығы  $l$ -ге тең денеден өткен  $\gamma$ -сәулелену қарқындылығы төмендегі формула мен анықталады:

$$J_\gamma = J_0 e^{-k\sigma L},$$

мұнда  $J_0$  – сәуле көзінің қарқындылығы;

$\sigma$  – заттың тығыздығы, яғни біздің мысалда – сұйықтың тығыздығы;

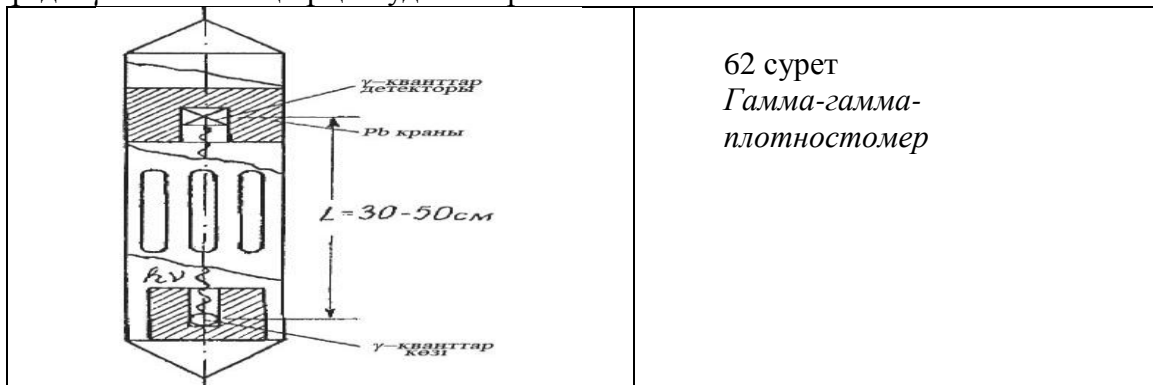
$k$  – тұрақты, яғни жұтылудың массалық коэффициенті.

$\gamma$ - $\gamma$ -плотностомердің көрсеткіші сұйықтың тығыздық бірлігіне ауыстырылады, мәселен, мұнай мен судың, градуирлік график көмегімен.

$$J_{\gamma_{\text{см}}} / J_{\gamma_{\text{в}}} = f(\sigma_{\text{см}}),$$

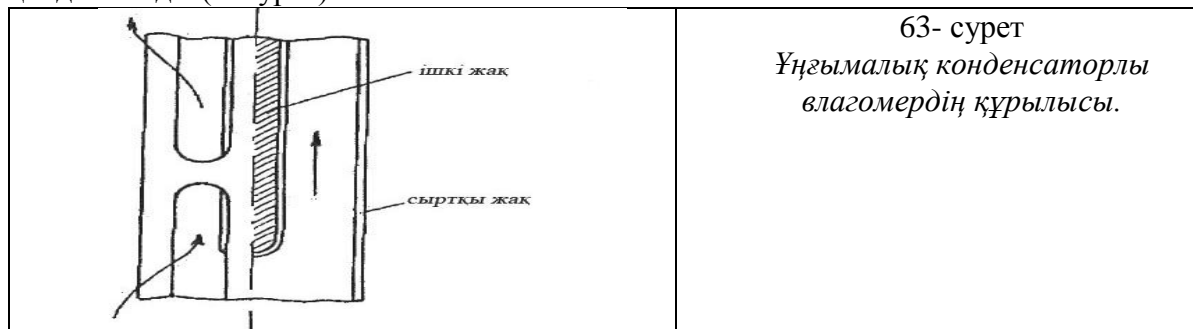
сұйықтардың қоспасы  $\sigma_{\text{см}}$  тығыздығына ауыстырылады.

мұнда  $J_{\gamma_{\text{в}}}$  – аспаптың тұщы судағы көрсеткіші.



**Влагометрия** – ұңғыманы толтыратын сұйықтың диэлектрлік тұрақтысын  $\epsilon$  өлшеуге негізделген.  $\epsilon$  параметрі су мен мұнай үшін бір-бірінен айқын ажырайды. Әдетте, температура  $t=200\text{C}$  болғанда,  $\epsilon_{\text{в}}=80$ ;  $\epsilon_{\text{н}}=2$ , бұл болса оларды қоспада бір-бірінен жақсы ажыратуға мүмкіндік береді.

Іс жүзінде, сиымдылық влагомерлер кеңінен қолданылады. Олардың датчиктері есебінде беттері (обкладкалары) арасында зерттелетін сұйық орналасқан цилиндрлік конденсатор қолданылады (63 сурет).



Егер конденсатор сыйымдылығы ауада  $C_0$ -ге тең деп алсақ, онда диэлектрикте ол  $\epsilon$  есе көбейеді:  $C = \epsilon C_0$ , мұнда  $\epsilon$  – диэлектриктің диэлектрлік өткізгіштігі.

Генератордан шығатын кернеудің жиілігі.

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

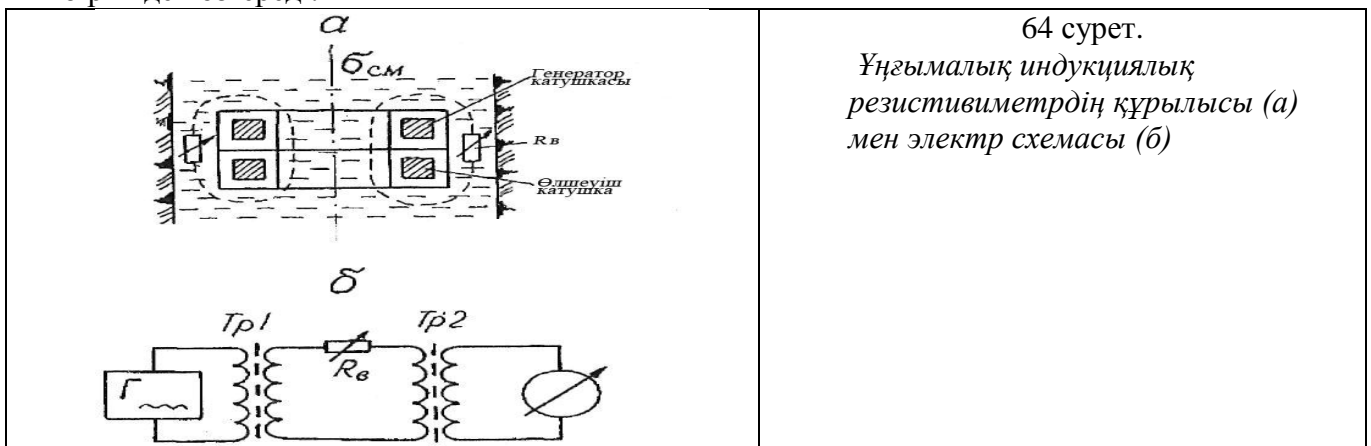
конденсатор беттерінің арасындағы заттың диэлектрлік өткізгіштігінің өлшемі болып табылады.

Бұл сигнал LC-генератордан влагомердің электрондық блогында орналасқан араластырғышқа (смес-ительге) беріледі, онда сигнал тірек генераторының белгіленген жиілігімен салыстырылады. Осы жиіліктердің айырымына пропорционал сигнал күшейткішке, одан әріқарай влагомердің өлшеу пу-льтіне жеткізіледі. Тірек генераторының жиілігі LC-генератордың жиілігінен (конденсатор беттері арасы мұнай мен толғанда) қарағанда жоғары болғандықтан влагомердің мұнайдан шығатын сигнал-дың жиілігі  $f_n$  судағы жиілікке  $f_b$  қарағанда төмен.

Индукциялық резистивиметрия ұңғымадағы қоспаның тек қана құрамы емес, сонымен қатар, оның құрылымын да зерттеуге мүмкіндік береді. Индукциялық резистивиметр бір осьте орналасқан генераторлық және қабылдаушы екі тороидальдық катушқадан тұрады. Генераторлық катушка арқылы жиілігі 100 кГц айнымалы ток таралады. Осы токтың магнит өрісі екі катушканы айнала орналасқан сұйықта құйын тогын туындатады. Құйын токтың магнит өрісі қабылдағыш катушкада ортаның электр өткізгіштігіне пропорционал ЭҚК тудырады. Сонымен, екі катушканы айнала орналасқан сұйық кеңістікте орналасқан бір орамнан тұратын сым ролін атқарады, ал барлық расходомер – трансформаторлық датчик есебінде болады (64сурет).

Индукциялық резистивиметрдің өлшеу шегі 0-ден 30 Ом-м-ге дейін.

Теспеленген интервалдан су толған ұңғымаға бірқалыпты құйылатын мұнай сумен араласып, пайда болған қоспаның құрамы мен құрылымы оқпан бойымен көтерілген сайын біртіндеп өзгереді.



Қоспаның басты формалары: тамшылы (капельная), тамшылы-поршенді (капельно-поршневая), поршенді (поршневая), көбікті (пенная), мұнайэмульсиялық (нефтеэмульсионная).

*Тамшылы форма* мұнайдың жекеленген тамшысы кездесетін сутартқыштық (судағы мұнай) орта.

*Тамшылы-поршенді* – бұл да гидрофильді орта, онда жекеленген тамшы мен қатар, мұнайдың ұйыған түріде кездеседі.

*Поршендік форма* – бүкіл ұңғыма бойында жүйелі орналасқан су мен мұнайдың алмасқан тығындары.

**Бақылау сұрақтары:**

- 1-Влагометрия және оның сызбасы ?
- 2- Плотностометрия және оның сызбасы ?
- 3- Геликстік манометр және оның сызбасы?
- 4- Қабаттық қысым дегеніміз не?
- 5- Мембрандық манометр және оның сызбасы?

## **Қатты жайдақ және көлденең ұңғымаларды зерттеудің геофизикалық әдістері**

### **Жоспар:1. Рудалы кен-орындарда жүргізілетін ҰГЗ жұмыстары**

#### **Рудалы кен-орындарда жүргізілетін ҰГЗ жұмыстары.**

Руданың физикалық қасиеттерінің ерекшеліктері, шешілетін мәселелер және жұмыс әдістемесі. Рудалы кен орындарда қолданылатын ҰГЗ әдістерінің оңтайлы комплексін таңдау рудалардың және сыйыстырушы тау жыныстарының физикалық қасиеттеріне тікелей байланысты. Комплексті таңда-уда олардың меншікті электр кедергісі, электрхимиялық белсенділігі, поляризациясы, магниттік қабі-леттілігі, табиғи радиобелсенділігі, тығыздығы, тиімді атомдық номері, нейтрондық қасиеттері еске алынады. Әдетте, әрбір руда аталмыш физикалық қасиеттердің ең болмаса біреуімен, көпшілік жағ-дайда бірнешесімен, сыйыстырушы тау жыныстарынан өзгешеленеді. Бар лық рудалар бір-бірінен ядролық-физикалық қасиеттерімен ерекшеленеді, олар арқылы рудалық интервалдарды бөлумен қатар, ондағы металдың пайыздық мөлшерінде анықтауға болады. Рудалы кен орындарында ҰГЗ әді-стері мен шешілетін мәселелер:

1. Ұңғыма ашқан қиманы литологиялық жіктеу.
2. Рудалы интервалдарды бөлу, олардың қалыңдығын және құрылысын анықтау.
3. Руда құрамындағы металдың пайыздық мөлшерін анықтау.
4. Ұңғыма аралық кеңістікте рудалы дененің құрылысын зерттеу.
5. Ұңғыманың техникалық жағдайын зерттеу.

Сонымен, бұл тізбедегі ерекше мәселелердің қатарына металдың пайыздық мөлшерін анықтау және ұңғыма аралық кеңістікте рудалы дененің құрылысын зерттеу болып табылады. Соңғы мәселенің туындауының себебі, рудалық жатындар күрделі морфологиясы мен сипатталады, сондықтан ұңғыма ашқан қиманы сәйкестендіру, мұнай немесе көмір кен орындары мен салыстырғанда күрделі, тіпті мүмкін емес. Рудалы ұңғымаларды геофизикалық әдістермен зерттеу үш кезеңнен тұрады. Бірінші кезең бүкіл ұңғыманы қамтиды. Бұл кезеңдегі басты мақсат ұңғыма ашқан қиманы литологиялық жіктеу, рудалы интервалдарды бөлу және ұңғыманың техникалық жағдайын зерттеу. Каротаж диаграммаларының тереңдік масштабы 1:200-ге тең. Екінші кезеңде көптеген рудалы кен орындарына жүргізілетін КС, ПС, ГК, ПГГК, кавернометрия және инклинометрия әдістерінің комплексі пайдала-нылады. Екінші кезеңдегі жан-жақты зерттеу барысында рудалы интервалдардың қалыңдығы мен құрылысы және руда құрамындағы металдың пайыздық мөлшері нақтыланады. Диаграммалар масш-табы – 1:50 немесе 1:20, зерттеу жұмыстары тек қана рудалы интервалдарда жүргізіледі. Бұл кезеңде басты ерекше әдіс болып руда құрамындағы металдың пайыздық мөлшерін, яғни руданың сандық сипаттарын анықтайтын әдіс болады. Мәселен, активация кимасы жоғары элементтер (Cu, Al, Mn және т.б.) үшін – бұл нейтрондық-активациялық каротаж; атомдық номері жоғары ауыр металдар рудасы (Cu, Pb, Yg, Sr және т.б.) үшін – рентген-радиометриялық каротаж; жылу нейтрондарының сіңуі жоғары элементтер (B, Hg, Mn) үшін – жылу нейтрондар бойынша нейтрондық каротаж; радиобелсенді металдар (U, Th, K) үшін – гамма-каротаж; Be үшін – фото нейтрондық каротаж; магнитті рудалар (темір) үшін – магнитті қабілеттілік каротажы және с.с.



Рудалы интервалдардың шекарасын және құрылысын нақтылау үшін, бұл кезеңде комплекс құрамына МСК және МЭП әдістерін қосады. Руда және минералдық шикізат кен орындарында жүргізілетін ҰГЗ әдістері келесі каротаж түрлерін біріктіреді:

- Электрлік: кедергі каротажы (КС), ток каротажы (ТК) және оның МСК модификациясы, өздігінен поляризация тәсілі бойынша жүргізілетін каротаж (ПС), электродты потенциал (МЭП).

- Электр магниттік және магниттік: магниттік қабілеттілік каротажы (КМВ), магнит өрісі (КМП), индукциялық (ИК), жасанды поляризация (КВП) және ИК және К МВ әдістерінің жиынтығы – электр магниттік каротаж (ЭМК).

- Ядролық-геофизикалық: гамма-каротаж ГК (ИГК және СГК түрлерін қоса), гамма-гамма каротаж (ГГК) (ГГК-П, ГГК-С, ИГГК-П, СГГК-П, ИГГК-С, СГГК-С), гамма-нейтрондық немесе фото нейтрондық каротаж (ГНК), Рентген радиометриялық каротаж (РРК) және кернді сынамау (РРО), нейтрон-нейтрондық каротаж (ННК), нейтрон-активациялық каротаж (НАК), нейтронды гамма-каротаж (НГК) (СНАК және СНГК түрлерімен).

- Акустикалық каротаж (АК) (сигналдың жылдамдығы және басылу заңдылығы бойынша) және ұңғыма аралық сәуле тарату. Гамма-каротаж (ГК) (ИГК немесе СГК түрлерімен), жаппай іздеуді қамтамасыз ету мақсатында, яғни радиобелсенді элементтері кен орындары мен (уран, торий, радий) байланысты радиобелсенді аномалияларды табу үшін, міндетті түрде, барлық геологиялық барлау ұңғымаларында жүргізіледі. Тығыздық гамма-гамма каротаж әдісі (ГГК-П) тау жыныс пен руданың табиғи жатыста тығыздығы туралы ақпарат алу мақсатында (мәселен, руда қорын есептеуде немесе ұңғыма ашқан қиманы тығыздығы бойынша литологиялық жіктеу үшін), міндетті түрде жүргізіледі. Каротаждың басқа түрлері геологиялық барлау жұмыстарының кезеңіне, геологиялық-геофизикалық зерттеудің мақсаттарына, зерттелетін объектінің геологиялық ерекшеліктеріне, пайдалы қазба түріне және оның физика-химиялық және геологиялық-минералогиялық қасиеттеріне байланысты жүргізіледі. Үшінші кезеңде ұңғыма аралық кеңістіктегі рудалық денелердің құрылысы зерттеледі. Бұл кезеңге ұңғымалардың барлығы бұрғыланып болғаннан кейін кіріседі. Бұл кезеңдегі зерттеулер ұңғымалық геофизика әдістерімен жүргізіледі: руданың электр өткізгіштігі жоғары болса – зарядталған дене, радиотолқынды сәуле тарату, ұңғыманы дипольдық электрмагнитті профильдеу және т.б. әдістермен; магниттелу деңгейі жоғары болса – ұңғымалық магнит барлау әдісімен жүргізіледі.

Бақылау сұрақтары:

1-Акустикалық каротаж дегеніміз не?

2- Гамма каротаж бен гамма – гамма каротаждың айырмашылығы?

3- Рудалы интервалдар шекарасы дегеніміз не?

## 6. Әдебиеттер

### 1. Негізгі:

1.1. Жетекші құжат РД 153-39.0-072-01

1.2. Мұнай мен газ ұңғымаларында геофизикалық зерттеулер мен жұмыстардың ережелері.

### 2. Қосымша:

2.1 Д.И.Дьяконов, Е.И Леонтьев, Г.С. Кузнецов «Ұңғыманы геофизикалық зерттеудің жалпы курсы»

2.2. А.А. Мухер, А.Ф. Шакиров «Ұңғыманы зерттеудің геофизикалық және тікелей әдістері»

2.3 А.Ф. Шакиров «Ұңғыманы каротаждау, сынау, перфорациялау және торпедалау»

2.4. В.М. Бондаренко, Г.В. Демура, А.М Ларионов «барлаудың геофизикалық әдістерінің жалпы курсы»