

Шығыс Қазақстан облысы әкімдігінің білім
басқармасы
КМҚК «Геология барлау колледжі» КМҚК



КГКП «Геологоразведочный колледж»
управления образования Восточно-
Казахстанского областного акимата

Бекітемін
ОІ жөніндегі директордың орынбасары
 Минаева Н.Т.
«__» _____ 2019 жыл



0704000 «Пайдалы қазба кенорындарын іздеу мен барлаудың геофизикалық
әдістері» мамандығына арналған

«ЭЕМ геофизикалық материалдарды өңдеу мен түсіндіру»
пәні бойынша
Базалық (тірек) конспектісі

Құрастырған оқытушы
Амангелді Ф.Ғ _____
Геофизикалық ПЦК отырсында қаралды
«__» _____ 2019 жыл № __ хаттама
Геофизикалық ПЦК төрағасы
Апсеитова Ж.Ж _____

Семей қаласы

Базалық (тірек) конспект оқу кезіндегі жұмыс жоспарына сәйкестендіріп жасалған, 2019 жылы бекітілген бағдарлама бойынша 2020 жылы жасалған.

Жалпы сағат саны: 66

	0704000
I	
II	
III	
IV	
V	
VI	
VII	66
VIII	
Итого:	66

0704000 – 66 оқу сағаты, оның ішінде теория 56 сағат, тәжірибелік сабақ – 10 сағат, және міндетті бақылау жұмысы.

Міндетті бақылау жұмыстар саны 1 және VII семестде.

Қорытынды бақылау: СЫНАҚ.
(сынақ, емтихан)

МАЗМҰНЫ

№	Сабақ тақырыптары	Бет
Теориялық сабақтар		
1	Кіріспе. ҰҒЗ өңдеу	4
2	ҰҒЗ материалдарын түсіндіру	6
3	Өзіндік поляризация қисықсызықтарын өңдеу мен түсіндіру	8
4	Көрінерлеік кедергі және бүйірлік каротаждық зондылау қисықсызықтарын өңдеу мен түсіндіру	12
5	Индукциондық каротаж қисықсызықтарын өңдеу мен түсіндіру	14
6	Гамма каротаж қисықсызықтарын өңдеу мен түсіндіру	17
7	Акустикалық каротаж қисықсызықтарын өңдеу мен түсіндіру	19
8	Термометрия қисықсызықтарын өңдеу мен түсіндіру	20
9	Магниттік каротаж қисықсызықтарын өңдеу мен түсіндіру	22
10	Кавернометрия және профилометрия қисықсызықтарын өңдеу мен түсіндіру	24
11	Қима тұрғызу	25
12	Коллекторларды анықтау	26
13	Литологиялық қима құру	34
14	Ұңғымаларды корреляциялау	37
15	Қанығу сипаттамаларын анықтау	39
16	ГК қисықтарын өңдеу	41
17	Саздылық коэффициентін анықтау	43
18	ГГК қисықтарын өңдеу.	45
19	ННК қисықтарын өңдеу.	48
20	АК мәліметтерін өңдеу	52
21	Магниттік каротаж мәліметтерін өңдеу	54
22	ЯМК мәліметтерін өңдеу	58
23	Кавернометрия мәліметтерін өңдеу	60
24	Наклонометрия мәліметтерін өңдеу	62
25	Термометрия мәліметтерін өңдеу	63
26	Дефектометрия әдісінің мәліметтерін өңдеу	68
27	Акустикалық цементометрия әдістерінің мәліметтерін өңдеу	71
28	Мұнай ұңғымаларында жүргізілген кешенді геофизикалық әдістердің мәліметтерін өңдеу	73
29	Міндетті бақылау жұмысы	

ТАҚЫРЫПТЫҚ ЖОСПАР

№	Бөлімдер мен тақырыптардың атауы	0704000 (экс)	
		Барл	Тәжір
1	2	3	4
1	Кіріспе		
2	1 бөлім Геофизикалық зерттеулер мен жұмыстардың технологиясы.		
3	Тақырып 1.1 Геофизикалық зерттеулер мен жұмыстардың технологияларына қойылатын жалпы талаптар.	4	
4	Тақырып 1.2 ҰГЗ түсіндірмесі	2	
5	Тақырып 1.3 ҰГЗ өңдеу	2	
6	Тақырып 1.4 Күшті көлбеу және көлденең ұңғымаларды зерттеудің түсіндірмесі.	2	
7	Тақырып 1.5 Игерудегі ұңғымалардың зерттеулерін өңдеу.	2	
8	2 бөлім Геофизикалық зерттеулер мен жұмыстардың түрлері мен әдістері.		
9	Тақырып 2.1 Электрлі және электромагнитті каротажды өңдеу және түсіндіру.	6	2
10	Тақырып 2.2 ГК қисықтарын түсіндіру	4	2
11	Тақырып 2.3 АК қисықтарын түсіндіру	4	2
12	Тақырып 2.4 Магниттік және ядролық-магниттік каротажды өңдеу және түсіндіру	2	2
13	Тақырып 2.5 Кавернометрияны, профилометрия мен инклинометрияны өңдеу.	6	2
14	Тақырып 2.6 Қат еңістік өлшемін өңдеу және түсіндіру.	4	
15	Тақырып 2.7 Термометрияны өңдеу және түсіндіру. Әдістемелік нұсқаулар	4	
16	Тақырып 2.8 Сынамаларды іріктеуді өңдеу және түсіндіру.	2	
17	Тақырып 2.9 Бұрғылау құбырларын, айналдырма бағаналарды және керіш сақинасын геофизикалық зерттеу.	6	
18	Тақырып 2.10 Игеру ұңғымаларында геофизикалық зерттеулерді өңдеу және түсіндіру.	6	
19	Барлығы	56	10

ТЕОРИЯЛЫҚ САБАҚТАР

Сабақ № 1

Сабақ тақырыбы: Кіріспе. ҰГЗ өңдеу.

Жоспар

1. Жалпы түсінік

ҰГЗ нәтижелерін өңдеуге қажетті параметрлер

1. Таужынысы – бір-бірімен молекулалық күштермен байланысқан минералдық бөлшектердің күрделі қосындысы (агрегаты). Табиғи жағдайда ол әр түрлі химиялық құрамымен, концентрациясымен, агрегаттық күйімен сипатталатын су ерітінділері менауаға толған қуыс пен жарықтар жүйесінен тұрады.

2. Ұңғыманы геофизикалық әдістермен зерттеу таужыныстардың электрлік, магниттік, акустикалық, радиобелсенділік және т.б. қасиеттеріне негізделген: 1) меншікті электр кедергі ρ ; 2) диэлектрлік (абсолюттік) өтімділік ε ; 3) табиғи электрхимиялық қарқындылық; 4) таужыныстардың поляризацияланауы; 5) таужыныстардың магниттік қасиеттері; 6) радиобелсенділік; 7) таужыныстардың серпімділік қасиеттері және т.б. Енді таужыныстардың осы аталған қасиеттеріне қысқаша тоқталайық.

1. Меншікті электрлік кедергі. Таужыныстың электрлік сипаттамалары арасында ең толық зерттелген меншікті электр өткізгіштігі, немесе оған кері шама – меншікті электр кедергісі болып табылады. Электр өткізгіштік процесі зарядталған бөлшектердің (иондар, электрондар) сыртқы электр өрісі әсерінен бағытталған қозғалысымен байланысты. Ал, таужыныстың өз бойынан электр тоғын өткізу қабілеті меншікті электр кедергісімен сипатталады.

$$\rho = \frac{1}{\sigma} = \frac{RS}{L}$$

мұнда R – таужыныс үлгісінің толық электр кедергісі (ом); S, L – үлгінің көлденең қимасының ауданы (m^2) мен ұзындығы (м).

Сонымен, таужыныстың меншікті электр кедергісі дегеніміз – көлемі $1 m^3$, табанының ауданы $1 m^2$ және биіктігі 1 м таужыныстың куб тәрізді үлгісінің куб жазықтығына перпендикуляр бағытта өлшенетін толық электр кедергісіне тең шама. Меншікті электр кедергінің өлшем бірлігі Ом·м (СИ жүйесі бойынша).

Таужыныстың меншікті электр кедергісі, оның қуыстарын толтыратын қатты, сұйық және газ тарамдарының меншікті электр кедергісіне және көлемдерінің бір-бірімен қатынасына, олардың таужыныс құрамында таралуларына және температурасына байланысты.

2. Диэлектрлік өтімділік ε - таужыныс заттары атомдарының немесе молекулаларының электр өрісінде поляризациялану*) қасиеттерімен анықталады. Электр өрісінде поляризацияланатын заттар *диэлектрик* деп аталады.

3. Табиғи электрхимиялық белсенділік. Таужыныстың әртүрлі физикалық-химиялық факторлар әсерінен поляризацияланау қабілетін табиғи электрхимиялық белсенділік деп атайды

4. Таужыныстардың поляризацияланауы. Таужыныстар арқылы электр тоғы өту нәтижесінде элементар бөлшектер (атомдар, иондар және молекулалар) поляризацияланады. Сонымен қатар, электр тоғы әсерінен таужыныста басқа да физикалық-химиялық процестер жүріп, электрхимиялық поляризация пайда болады.

Мұндай процесті таужыныстардың жасанды электрхимиялық поляризацияланауы деп атайды.

5. Таужыныстардың магниттік қасиеттері. Таужыныстардың магниттік қасиеттері оған әсер еткен сыртқы магнит өрісін өзгерту немесе өзіндік өріс қоздыру қабілеттілігін сипаттайды. Таужыныстың басты магниттік қасиеттері қатарына магниттелу деңгейі, магниттік қаблеттілік және магниттік өтімділік жатады.

6. Радиобелсенділік – таужыныстың ядролық-физикалық қасиеттерінің бірі болып саналады. Радиобелсенділік табиғи және жасанды болып екіге бөлінеді.

Табиғи радиобелсенділік деп кейбір химиялық элементтердің тұрақсыз изотоптарының өздігінен ыдырау барысында ядроның құрылысы, құрамы және энергиясының өзгеру процесін айтады.

Жасанды радиобелсенділік. Қолданбалы ядролық геофизика практикасында таужыныстың және руданың элементтік құрамын анықтау үшін екі топқа бөлінген радиобелсенділік тәсілдер кеңінен пайдаланылады. Олар таужыныс арқылы гамма-және нейтрондық сәулелердің затпен әрекеттесуіне негізделген тәсілдер.

7. Таужыныстардың жылулық қасиеттері. Жердің табиғи жылу өрісі үш түрлі себептерге байланысты:

1. Жылу энергиясы көздерінің (Жер бетінің Күн сәулесімен және атмосфералық жауын-шашынмен жылынуы, элементтердің радиобелсенділік ыдырауы, таужыныстың тығыздалуымен байланысты экзотермиялық процестер, минералдардың өзгеруі, кристаллизациялануы және т.б.) кеңістікте таралуы.

2. Әр түрлі жылулық қасиеттері бар таужыныстардың кеңістікте таралуы және конвекциялық процестер.

3. Таужыныстардың температуралық градиент әсерінен жылу.

Бақылау сұрақтары:

1. Таужыныстар қандай қасиеттері бойынша жіктеледі?
2. Таужыныстың меншікті электр кедергісі деген не және формуласы?
3. Таужыныстардың жылулық қасиеттері, пайда болу себептері?

Сабақ № 2

Тақырып: ҰГЗ материалдарын түсіндіру

Жоспар:

1. Мұнай газ кен орынындағы ҰГЗ материалдарын талдау.

1. Әдетте, ҰГЗ деректерін интерпретациялау екі кезеңнен тұрады: I- кезең, жедел (оперативті) немесе геофизикалық интерпретациялау деп аталады. Бұл кезеңде ұңғыма қимасында жеке литологиялық айырмашылықтар табылып, олардың физикалық қасиеттері анықталады; пайдалы қазбалар орналасқан аралықтар(интервалдар) жекеленіп, олардың сапалық және сандық сипаттамалары анықталады.

Мұнай және газ кенорындарында оперативті интерпретация нәтижесінде қорытынды жасалып, оны бұрғылау мекемесінің геологиялық қызметіне береді. Бұл қорытындыда өнімді коллекторлардың жатыс тереңдігі, кеуектілігі мен мұнай қанықтылығы көрсетіліп, қабаттарды сынауға ұсыныс жасалады.

II кезең – жиынтық немесе геологиялық интерпретация деп аталады.

Бұл кезеңде әрбір қабат жайлы геофизикалық деректердің жиынтығын және белгілі геологиялық материалдарды пайдалана отырып, пайдалы қазба шоғырының құрылысы және оның қоры туралы қорытынды жасалынады.

Бұл кезеңде ұңғыма қималарына корреляция жүргізіліп, профильдік геологиялық-геофизикалық қималар, құрылымдық және қабаттық карталар тұрғызылады, пайдалы қазбаның қорын есептейді.

Мұнайдың геологиялық қоры төмендегі формуламен есептеледі:

$$Q_{\text{геол}} = \frac{\sigma_n}{\sigma_n} \cdot S_n \cdot h_{\text{эф.ср}} \cdot K_{\text{п.ср}} \cdot K_{\text{н.ср}}$$

Мұнда σ_n – қалыпты (стандартты) жағдайдағы (қысым 0,1 МПа, температура 273 К) мұнайдың тығыздығы;

σ_n – мұнайдың қабаттық және стандартты жағдайдағы көлемдерінің қатынасына тең көлемдік коэффициент;

S_n – коллектордың мұнай қаныққан бөлімінің ауданы;

$h_{\text{эф.ср}}$ – коллектордың орташа тиімді қалыңдығы;

$K_{\text{п.ср}}$ – мұнай қаныққан коллектордың орташа кеуектілік коэффициенті;

$K_{\text{н.ср}}$ – орташа мұнай қанығу коэффициенті.

Алынатын қор, геологиялық қорды мұнай шығару коэффициентіне β_n көбейту арқылы табады ($\beta_n < 1$).

Мұнай және газ ұңғымаларында жүргізілетін геофизикалық зерттеулердің маңыздылығы жоғары. Біріншіден, терең ұңғыманы бұрғылау барысында керн алуды азайту, тіпті алмауға (жұмысты арзандату және тездету мақсатында) болады. Екіншіден, ұңғыма ашқан қимадағы шөгінді қатқабаттардың өлшенген электрлік және ядролық-физикалық параметрлері бойынша жақсы жіктелуі (дифференциациялануы), осы аудандағы көптеген ұңғымаларда жазылған каротаждық диаграммаларды керн алынған бір немесе бірнеше тірек ұңғымалар қимасына байланыстырып сәйкестендіруге болады.

Таужыныс құрамы бойынша ұңғыма ашқан геологиялық қиманы жіктеу және алдын-ала литологиялық бағананы (колонканы) жасау – бұл оперативті геофизикалық интерпретациялаудың басты міндеті.

Бұл мәселеге кірісудің алдында әрбір әдіс бойынша алынған диаграммалар тереңдігі бойынша бір-бірімен үйлестіріледі. Ол үшін каротаждық диаграммада өзіндік ерекшеліктерімен сипатталатын қабат алынады. Литологиялық жіктеудің оңтайлы шешімі геологиялық қиманың түріне байланысты болады.

Бақылау сұрақтары:

1. ҰГЗ деректерін интерпретациялау кезеңдері?
2. Мұнайдың геологиялық қорын қандай формуламен анықтайды?
3. Оперативті геофизикалық интерпретациялаудың басты міндеті?

Сабақ № 3

Тақырып: Өзіндік поляризация қисықсызықтарын өңдеу мен түсіндіру
Жоспар:

1. . ПС диаграммаларын интерпретациялау

ПС диаграммасын *сапалы интерпретациялау* деп ұңғыма қимасын литологиялық жіктеуді айтады. Жұту (адсорбциялық) қабілеттілігі әр түрлі таужыныстардан тұратын құмтас-сазды қимада, ПС әдісі ең нәтижелі болады.

ПС-тің тура өрісінде ($co < cv$) саз оң таңбалы, ал құмтастар теріс таңбалы аномалиялармен сипатталады.

ПС диаграммасын интерпретациялауда әр мағыналы нәтиже болмау үшін,

ҰГЗ-ның басқа да әдістерін (КС, МЗ, ГК, НТК, АК және т.б.) бірге қарастыру қажет.

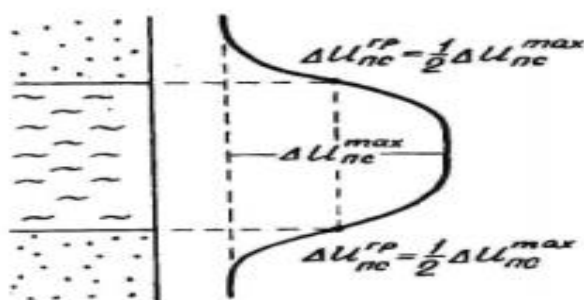
ПС диаграммасын *сандық интерпретациялау* нәтижесінде қабаттың қалыңдығы, қабаттық судың минералдылығы, коллектордың саздылығы мен кеуектілігі анықталады және т.б. бірқатар мәселелер шешіледі.

ПС диаграммасы бойынша *қабаттың қалыңдығын анықтау* аномалияның жартылай максимумы (немесе жартылай минимумы) ережесі бойынша жүргізіледі (2.64 сурет).

Қабаттық судың минералдылығы ПС өрісі диффузиялық-адсорбциялық жолмен пайда болғанда ғана анықталады.

$$\Delta U_{ПС} = \beta \cdot K_{\partial a}^t \cdot \lg \frac{c_0}{c_a} = \beta \cdot K_{\partial a}^t \cdot \lg \frac{\rho_a}{\rho_0}. \quad (2.39)$$

ПС аномалия амплитудасы диаграмма масштабына байланысты таза саздан бастап өлшенеді (ең жоғары көрсеткішінен). Қабат қалыңдығын анықтауда ескерілетін β коэффициентін арнайы номограмма арқылы анықтайды.



2.64 сурет

ПС диаграммасы бойынша қабаттар жапсарын анықтау

$K_{\partial a}$ коэффициенті бұрғылау кернін зертханалық зерттеу арқылы, ал бұрғылау ерітінді кедергісі ρ_0 резистивиметрия тәсілімен анықталады. Сонымен, (2.39) формуласында жалғыз-ақ белгісіз

ρ_a – қабаттық судың кедергісі, қалады. Оны осы логарифдік теңдеуді шешу арқылы анықтауға болады. Содан кейін, ρ_a мәнін біліп, белгілі температураны t еске алып, төмендегі формула арқылы қабаттық судың минералдылығы анықталады:

$$c = \frac{10}{(1 + 0,04t) \cdot \rho_a} \quad (2.40)$$

Егер $K_{\partial a}$ коэффициенті анықталмаған болса, онда, іс жүзінде, екі ерітінді әдістемесі қолданылады: ұңғыманы бұрғылап болғаннан кейін, ондағы ерітінді кедергісі ρ_0 деп қабылдап, ΔU_{nc} өлшенеді. Содан кейін ерітіндіні ауыстырып, оның кедергісі ρ'_0 анықталып, $\Delta U'_{nc}$ қайталанып өлшенеді. Нәтижесінде, екі белгісізі бар екі теңдеуді

$$\begin{cases} \Delta U_{ПС} = \beta \cdot K_{\partial a}^t \lg \frac{\rho_a}{\rho_0} \\ \Delta U'_{ПС} = \beta \cdot K_{\partial a}^t \lg \frac{\rho_a}{\rho'_0} \end{cases}, \quad (2.41)$$

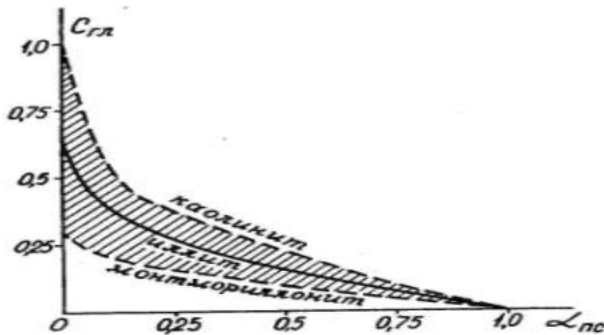
шешу арқылы ρ_a мәні анықталады.

(2.41) теңдеулерін графикалық тәсілмен де шешуге болады. ПС диаграммасы бойынша *коллектордың саздылығын анықтау* адсорбциялық белсенділік тәуелділігіне, яғни коллектор құрамындағы сазды материалға байланысты ПС аномалиясы қарқындылығына, негізделген. Оны анықтау үшін $a_{ПС}$ аномалия

амплитудасының саздылықпен байланысын сипаттайтын эмпирикалық тәуелділік пайдаланылады (2.63 сурет).

$$\alpha_{ПС} = \frac{\Delta U_{ПС}^X}{\Delta U_{ПС}^{OP}} \quad (2.42)$$

мұнда $\Delta U_{ПС}^X$ – зерттелетін қабат үстіндегі ПС аномалия амплитудасы; $\Delta U_{ПС}^{OP}$ – таза кварцты құмтас үшін. Екі аномалия шамасы да майда дисперсиялық «таза» саз деңгейінен бастап өлшенеді. 2.65-суретте келтірілген байланыс кеуектілігі жоғары сулы құмтас үшін алынған.



2.65 сурет

Су қаныққан құмтастың саздылығын $a_{ПС}$ параметрі бойынша анықтау (Р.Дебранд бойынша)

ПС диаграммасы бойынша *кеуектілікті анықтау* кеуектілік коэффициенті $Kп$ мен ПС аномалия амплитудасы арасындағы байланысқа негізделген. Бұл байланыс ПС диаграммасы мен бұрғылау керні арасындағы байланысты зертханалық зерттеу барысында анықталған.

Әдетте, ПС аномалиясы ρ_a және ρ_0 кедергілері мен қабаттың қалыңдығы арасындағы қатынасқа тікелей байланысты. Сондықтан, өлшенген $\Delta U_{ПС}$ қайта есептеліп, $h = \infty$ және $\rho_0 = 1 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ қалыпты (стандартты) жағдайға келтіріледі немесе 2.42 формуласы бойынша $a_{ПС}$ параметрі есептеледі.

Бұл тәсілді қолдану үшін қабаттық судың минералдылығы тұрақты, сазды цементтің құрамы бірқалыпты және зерттелетін қимада карбонаттық цемент болмауы керек.

ПС әдісі бойынша кеуектілікті анықтаудың кемшілігі жеткілікті, сондықтан іс жүзінде сирек қолданады.

Жоғарыда қарастырылған мәселелерден басқа, ПС әдісі сүзгі потенциалдар арқылы қабаттық қысымды да анықтауға мүмкіндік береді.

Бақылау сұрақтары:

1. ПС аномалиясының амплитудасын қалай анықтайды?
2. ПС диаграммалары бойынша қабаттарды қалай анықтайды?
3. Графикалық тәсілмен қабаттық сулардың минерализациясын 2 ерітінді әдісімен қалай анықталады?
4. $a_{ПС}$ параметрі неге тең?
5. ПС диаграммасы бойынша сазды заттың минералды құрамы белгісіз болған жағдайда құмтастың саздылығын қалай анықтаймыз?
6. Әрқашан да ПС диаграммаларында саздарда оң аномалия ал, құмтаста теріс көрсетеді ма? Егер жоқ болса, қандай жағдайларда?

Тақырып: Көрінерлік кедергі және бүйірлік каротаждық зондылау қисықсыздықтарын өңдеу мен түсіндіру

Жоспар:

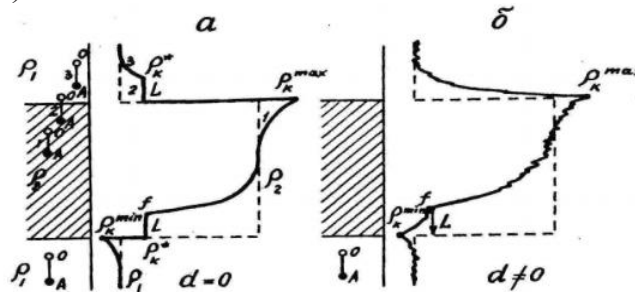
1. КС нәтижелерін интерпретациялау
2. БКЗ нәтижелерін интерпретациялау

КС диаграммасын интерпретациялау дегеніміз ұңғыма ашқан қимадағы электрлік кедергісі бойынша бір-бірінен айрықшаланатын қабаттардың жапсарын тауып, олардың нақты кедергісін анықтау.

Диаграмманы интерпретациялау КС зондысының түріне және қабат қалыңдығы мен зонд ұзындығы арасындағы қатынасқа тікелей байланысты.

Жоғары кедергілі қалың қабат. Егер қабаттың бір шетінде тіркелген КС қисығына, оның екінші шетінің әсері болмаса, яғни $h > 5L$, онда мұндай қабатты қалың деп айтады.

Енді, айналмалы градиент-зонд үшін КС қисығының теориялық формасын қарастырайық. Ол үшін бұрғылау ерітіндісінің әсерін жоқ деп аламыз, яғни шартты түрде $d = 0$ (2.10,а сурет)



2.10 сурет
Жоғары кедергілі қалың қабат үстіндегі айналмалы градиент-зонд үшін КС қисығының ұңғыма әсері болмалған (а) және оның әсері болған (б) жағдайлардағы түрлері

Жоғарыда айтылғандай, қабаттың төменгі шегіндегі КС қисығына оның жоғарғы шегінің әсерін жоқ деп қарастырып, КС қисығының төменгі жартысын тұрғызу барысында айтылған ескертулерді пайдалана отырып, тұрғызуға болады.

Зондты жоғары көтеру барысында, О нүктесі қабаттың жоғары жапсарына жеткенде (1 позиция), қабылдаушы электродтар аумағында ток тығыздығы өседі (төменгі кедергілі жабынды қабаттың тарту әсерінен), $j > j_0$ және $\rho_k \rightarrow \rho_k^{max} > \rho_2$. О нүктесі жабында

қабатқа жеткенде (2 позиция) ρ_{MN} күрт төмендейді (ρ_1 деңгейіне дейін), өйткені қоректенуші және қабылдаушы электродтар бірбірінен жапсармен бөлінген. КС тұрақты түрінде қалады, яғни, А нүктесі жапсардан өткенше $\rho_k = \rho_k^*$. 3-позицияда (А электроды жапсар үстінде) ток тығыздығы $j > j_0$, ал $\rho_k > \rho_1$, дегенмен жапсардан қашықтаған сайын $j \rightarrow j_0$, ал $\rho_k \rightarrow \rho_1$.

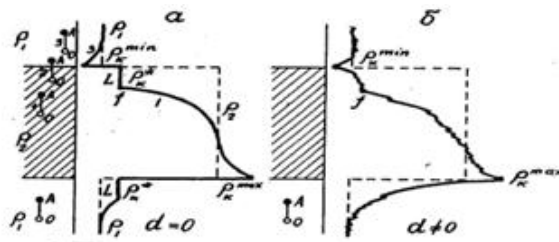
Ұңғымада бұрғылау ерітіндісі бар деп қарастырсақ,, оның әсерінен КС қисығы тегістеледі, яғни кедергісі бірдей (ρ_k^*) бөлікшелер жоғалады. Дегенмен, қабат жабындағы ρ_k^{max} және қабат табанындағы ρ_k^{min} нүктелері сақталады. Сонымен қатар, қабат табанынан L –ге тең жоғарыда орналасқан КС қисығының күрт өзгеру f нүктесі де сақталады (2.10,б сурет).

Сонымен, айналмалы градиент-зонд үшін ВС қалың қабат жабыны КС қисығының максимум нүктесімен, ал табаны – минимум нүктесімен сипатталады.

Айналмалы градиент-зонд көбінесе «жабындық» зонд деп аталады, өйткені max нүктесі бойынша ВС қабатының жабындысын нақты айырады.

Жоғарыда келтірілген дәлелдемелерден кейін, 2.11 суретте жоғарғы кедергілі

калық қабат үстіндегі жүйелі градиент-зонд үшін КС диаграммасы келтірілген. Мұндай зонд қабат табанын *max*-мен нақты көрсетеді, сондықтан мұндай зондты «табандық» деп атайды.

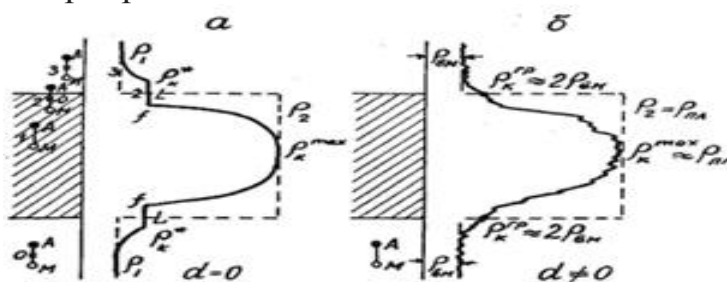


2.11 сурет
Жоғары кедергілі қалың қабат үстіндегі жүйелі градиент-зонд үшін КС қисығының ұңғыма әсері болмаған (а) және оның әсері болған (б) жағдайлардағы түрлері

Жоғары кедергілі қабаттың нақты кедергісін қабаттың жапсарлары аралығындағы орташа ρ_k^{cp} мәніне тең деп алуға болады. Төменде, 2.12 суретте көрсетілгендей, ρ_k^{cp} мәнін графикалық тәсілмен анықтауға да болады.

Енді, ВС қалың қабаты үстіндегі КС қисығын АМ потенциалзонд үшін қарастырайық (2.12 а, б сурет). Жоғарыда айтылғандай, КС қисығының төменгі қисығын 2.9 суретінен алып саламыз. Зондты жоғары көтеріп, А нүктесі жоғары жапсарға жеткенде (1 позиция) ток тығыздығы төмендейді $j < j_0$ (төменгі кедергілі жабынды қабаттың тартуынан), ρ_k мәні электрод А жоғары жапсарға жеткенше азаяды ($\rho_k < \rho_2$). Жазу нүктесі жоғары жапсардан $L/2$ ұзындыққа төмен орналасады. 2 позицияда (жапсар А және М нүктелері арасында орналасқан), М электроды жоғарғы жапсардан өткенше $\rho_k = \rho_k^*$.

3 позицияда, М және N электродтары аралығына төменгі кедергілі ($\rho_{1\text{және}} \rho_k \rightarrow \rho_1$) жабынды қабат бөліктері орналасады



2.12 сурет
Жоғары кедергілі қалың қабат үстіндегі потенциал-зонд үшін КС қисығының ұңғыма әсері болмаған (а) және оның әсері болған (б) жағдайлардағы түрлері

Ұңғымада бұрғылау ерітіндісі болса, онда кедергісі бірдей бөлікшелер жоғалады, КС қисығының күрт өсу нүктесі айқын көрінеді. Осы КС *max* қисығынан $AM/2$ ұзындығын жан-жаққа өлшеп салып, қабаттың жапсарларын табуға болады.

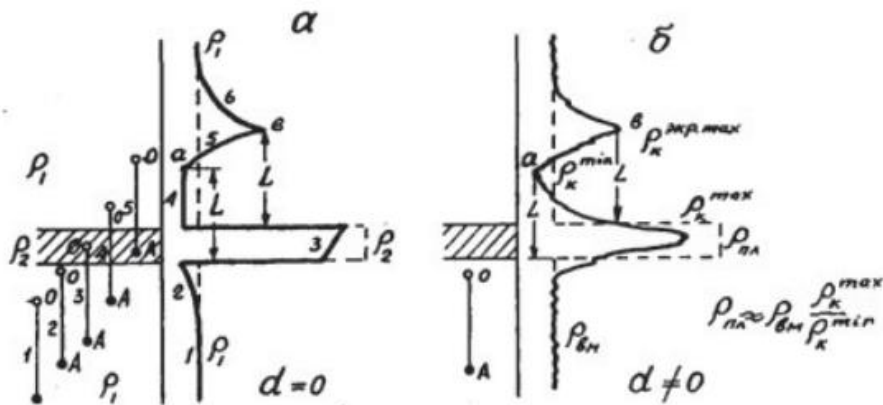
Сонымен қатар, «сыйыстырушы жыныстардың екі еселенген кедергісі» (правила «удвоенного сопротивления вмещающих пород») ережесін пайдалану арқылы да, қабат жапсарларын табуға болады.

Егер, қабаттың кедергісі $\rho_2 \rightarrow \infty$ деп алсақ, онда кедергісі бірдей бөлікшелердің ортасына қарама-қарсы қабат жапсарлары орналасады, яғни

$$\lim_{\rho_2 \rightarrow \infty} \rho_k^* = \lim_{\rho_2 \rightarrow \infty} 2 \frac{\rho_1 \cdot \rho_2}{\rho_1 + \rho_2} = 2\rho_1$$

Бұл деген, қабат шектерінде КС сыйыстырушы таужыныстардың екі есе кедергісінен жоғары болуы мүмкін емес, сондықтан, қабат шектерін КС диаграммасының көлденең сызықпен қиылысқан нүктелері арқылы табады. Ал, ВС қалың қабатының нақты кедергісін потенциал-зонд диаграммасында шамамен ρ_k^{max} —ға теңдеп алуға болады.

Жоғары кедергілі жұқа қабат. Егер қабаттың қалыңдығы зонд ұзындығынан аз ($h < l$) болса, онда мұндай қабатты КС әдісінде *жұқа* деп атайды. Жұқа қабат үстінде КС қисығының түрі қалың қабатқа қарағанда басқаша. 2.13 суретінде, айналмалы градиент-зонд көмегімен жазылған жұқа қабат үстіндегі КС қисығы келтірілген.



2.13 сурет

Жоғары кедергілі жұқа қабат үстіндегі айналмалы градиент-зонд үшін КС қисығының ұңғыма әсері болмаған (а) және оның әсері болған (б) жағдайлардағы түрлері

Зонд қабаттан төмен орналасқанда (1- және 2- позициялар), КС қисығы қалың қабат үстіндегі сияқты жазылады. Жазылу нүктесі қабат ішіне енгенде (3- позиция), кедергісі бірдей бөлікшелер орнына көлбеу жазықтық (жабынына қарай өсетін) пайда болады. Ал, жазылу нүктесі қабаттан шығып, жабыны ортаға енгенде (4-позиция), қабылдаушы және қоректенуші электродтар аралығында жоғары кедергілі қабат кіреді, ол қабылдаушы электродтарды ток көзінен тасалайды, сөйтіп, ток тығыздығы төмендейді. КС қисығында *мин* пайда болып, ол А электроды қабаттың төменгі жапсарынан өткенше сақталады (5-позиция). А электроды қабат табанынан алыстаған сайын, токтың басым көпшілігі жоғары ортаға таратылады, ал А электроды қабаттың жабынынан өткенде КС қисығында *мах* пайда болады, оның қабат жабындысынан қашықтығы зонд ұзындығына тең.

Ұңғыманың әсері болған жағдайда, КС қисығындағы қабаттың табанына сәйкес келетін *мин* әр уақытта сақтала бермейді. Мұндай жағдайда, әдетте, диаграммада негізгі *мах* (а нүктесі) және басты *мин* (в нүктесі) айқын көрінеді. Қабаттың жапсарларын а және в нүктелерінен зонд мөлшерін, 2.13,б суретінде көрсетілгендей, басты *мах*-ға қарай салу арқылы табылады.

Қабаттың нақты кедергісін шамамен келесі формула арқылы табуға болады.

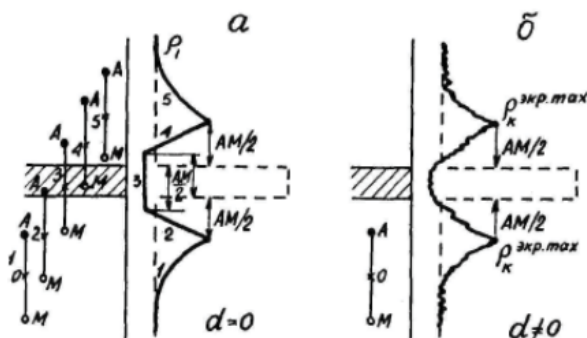
$$\rho_{пл} \approx \rho_{вм} \cdot \frac{\rho_{к}^{max}}{\rho_{к}^{min}}$$

Бұл өрнекке кіретін шамалардың мәндері КС қисығынан алынады (2.13,б суреті).

2.14 суретте жұқа қабат үстінде потенциал-зонд көмегімен жазылған КС қисығы келтірілген. Зонд қабаттың табанына жақындаған сайын (2-позиция) А электроды үстінде ток тығыздығы азаяды, ал оның астындағы, М электроды маңында көбейеді. Сондықтан, А электроды қабат табанына жеткенде (жазылу нүктесі зондтың жарты ұзындығына тең төменде орналасқан) КС қисығы көбейіп, *мах*-ға жетеді. А электроды қабат табанынан өткенде (3-позиция) бірдей кедергілі бөлікшелер орнына көлбеу жазықтық (зонд көтерілген сайын жоғарыда орналасқан төменгі кедергілі жабынды қабат токты өзіне тартады, КС азаяды) пайда болады. А электроды қабаттың

жабынынан өткенде, А электроды мен қабылдаушы электрод арасында жоғары кедергілі экранқабат кіреді, сондықтан КС қисығында *мин* пайда болады (бұл *минимум* М электроды қабат табанынан өткенше сақталады) (4 позиция). Содан кейін, ρ_{mn} мәніне жоғары кедергілі ρ_2 қабаттың әсері көбейеді (N электроды М электродынан төмен орналасқан, суретте көрінбейді). Жоғары кедергілі ρ_2 қабатының ρ_{mn} -ге әсері М электроды қабаттың жабынына жеткенде ең жоғары болады (өйткені бүкіл қабат MN аралығында болады), бұл кезде КС қисығында тағы бір *максимум* пайда болады (қабаттың жоғары шетінен зондтың жарты ұзындығына тең). М электроды қабаттың жабынынан өткенде (5-позиция) ρ_{mn} мәне өзгермейді, жоғары кедергілі қабаттың токтың тығыздығына әсері біртіндеп жоқ болады, ал КС ρ_1 мәніне жақындайды. Сонымен, жоғары кедергілі жұқа қабат үстіндегі потенциал-зонд үшін КС қисығында кедергі көбеймейді, керісінше экрандық *минимум* пайда болады, яғни көрінерлік кедергі КС қисығы ортаның нақты кедергісінің таралуына сәйкес келмейді.

Ұңғыманың КС қисығына әсері экрандық *минимум*да бірдей кедергілі кішігірім бөлікшелер жоғалады, ал олардың жиегіндегі экрандық *максимум*дар сақталады. Қабаттың жапсарларын, 2.14,б суретіндегідей, экрандық максимумдардан экрандық минимумдарға қарай зонд ұзындығының жартысын өлшеп салу арқылы табуға болады. Бұл жағдайда қабаттың нақты кедергісін табу мүмкін емес.



2.14 сурет
Жоғары кедергілі жұқа қабат үстіндегі потенциал-зонд үшін КС қисығының ұңғыма әсері болмаған (а) және оның әсері болған (б) жағдайлардағы түрлері

Жұқа қабаттарды каротаждау үшін, әдетте, потенциал-зондты қолданбайды.

Төменгі кедергілі қалың қабаттар. Төменгі кедергілі (НС низкого сопротивления) қалың қабаттар үшін КС қисығын жоғары кедергілі (ВС-высокого сопротивления) қабаттары сияқты табуға болады. Тек қана еске алатын бір жағдай, жоғары кедергілі қалың қабаттың жабыны – бұл төменгі кедергілі қабаттың табаны және керісінше. Тағы бір моментті ескеру керек: бірдей кедергілі бөлшектерде ρ_k^* мәні бір-бірімен жанасатын екі ортаның ең кіші екі еселенген кедергісінен жоғары болуы мүмкін емес, сондықтан, НС қабаты үстіндегі аномалияның ені қабат қалыңдығынан зонд ұзындығы мөлшерінде артық болады. Әсіресе мұндай жағдай, егер қабат ноль кедергімен сипатталса (бұрғылау барысында ұңғымаға түсірген металл құбыры үстінде немесе жоғары өтімді рудалық интервал) болуы ықтимал. Бұл жағдайда

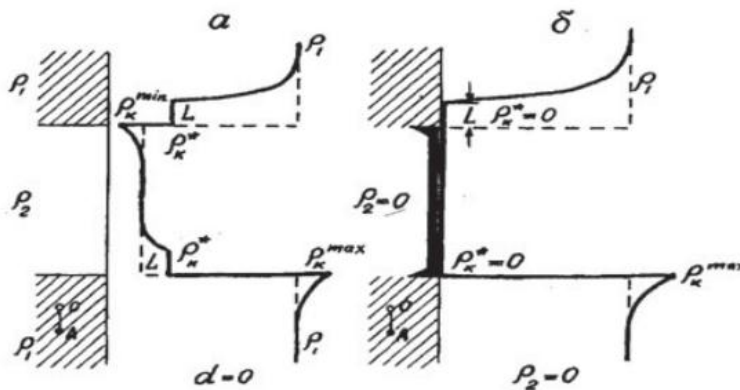
$$\lim_{\rho_2 \rightarrow 0} \rho_k^* = \lim_{\rho_2 \rightarrow 0} 2 \frac{\rho_1 \cdot \rho_2}{\rho_1 + \rho_2} = 0,$$

кедергісі бірдей бөлікшелер нольдік деңгейде және КС диаграммасында мұндай нольдік деңгей ұзақтығы өтімді қабат қалыңдығынан зонд ұзындығына тең қалың болады. Мұндай жағдайларды

КС диаграммасын интерпретациялау барысында еске алған жөн (2.15 сурет).

Қалыңдығы орташа қабаттар. Егер қабат өлшемдерінің қатынасы $L < h < 5L$ болса, мұндай қабаттарды қалыңдығы орташа қабаттар деп атайды. Мұндай қабаттар үстіндегі теориялық тұрғыдан КС қисығында бірдей кедергілі бөлікшелер болмайды (қалың қабаттарға тән), олардың орнына көлбеу бөлікшелер пайда болады. Оның себебі, егер зонд қабаттың бір шегінде болғанда, оған қабаттың екінші шегі әсер етеді (2.15 сурет).

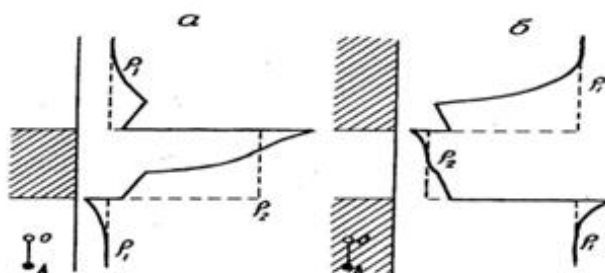
КС диаграммалары жоғарыда келтірілген қалың қабаттар сияқты интерпретацияланады.



2.15 сурет

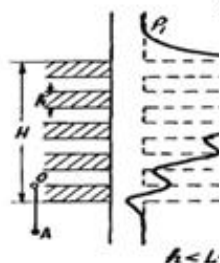
Айналмалы градиент-зонд үшін, кедергісі төмен қалың қабат үстіндегі (а) және ұңғымадағы металл құбыр үстіндегі (б) КС қисығының түрлері

Құрылысы күрделі қабаттар. Мұндай қабаттар арасындағы ең қарапайымы – қалыңдығы бірдей төменгі және жоғары кедергілі қабатшалардың жиынтығы болады. Мұндай қабатшалар үшін 2.16 суретте келтірілгендей, зонд ұзындығы әрбір қабатшалардың қалыңдығынан h үлкен, бірақ қабатшалар жиынтығы қалыңдығынан H аз, градиент-зонд айтарлықтай нәтиже береді. Ал, потенциал-зонд қолданбайды.



2.16 сурет

Қалыңдығы орташа жоғары (а) және төменгі кедергілі қабаттар үстіндегі КС аномалиялары

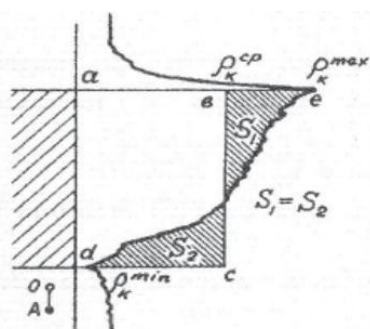


Айналмалы градиент және $L \geq H$

2.БКЗ

БКЗ

орташа



2.24 сурет

КС-тің орташа және максималды мәндерін табу

қисық сызықтарын интерпретациялау

қисық сызықтарын 2.24 суретте көрсетілгендей КС диаграммасының мәндері арқылы тұрғызады.

БКЗ қисығын интерпретациялау іс жүзінде алынған және теориялық қисық сызықтарды бір-бірімен салыстыруға негізделген. Екі қисық сызықтар да бірдей билогарифмдік масштабта калькаға тұрғызылады. Бір-бірімен салыстыру арқылы сыйыстырып, теориялық сызықтан $\mu = \rho/\rho_0$ модулін есептейді. Сыйыстыру кезінде палетканың «кресті», яғни нүкте координаталары $\rho_K/\rho_0 = 1$; $L/d = 1$, сөйтіп, қисық сызық тұрғызылған бланк бойынша бірінші қабаттың параметрлері анықталады, яғни, екі қабатты қима үшін ρ_0 және d . Қабат кедергісі табылған μ модулі арқылы есептейді, $\rho = \mu \cdot \rho_0$.

БКЗ-ның екі қабатты палеткасын үш қабатты қисықтарды да интерпретациялау үшін пайдалануға болады. Мұндайда «эквиваленттік яғни баламалы принцип» қолданылады: алғашқы екі қабатты (ұңғыма мен ену белдемін) параметрлері $\rho\phi$ және $d\phi$ –қа тең бір жалған қабатпен ауыстырып, палеткадағы қисықпен іс жүзінде алынған қисықтың оң бөлігімен салыстырады (қисықтың бұл бөлігі өзгермеген қабат әсерінен қалыптасады). Палетка кресті сол жалған қабаттың параметрлерін сипаттайды.

Ұңғыма мен ену белдеміннің параметрлерінен жалған қабаттың параметрлеріне өту үшін қосымша ЭК-1 палеткасын пайдаланады. Бұл палетка ыңғайлы болу үшін, БКЗ-1а и БКЗ-2б палеткаларымен бірге (бір бетте) беріледі. Мұндай палеткаларды құрама деп атап, оларды БКЗ-1с және БКЗ-2с белгілерімен белгілейді.

Бақылау сұрақтары:

1. Кедергі каротаж әдісі не үшін қажет?
2. БКЗ әдісі не үшін арналған?
3. КС диаграммасы арқылы қандай қабаттар анықталады?

Сабақ № 5

Сабақ тақырыбы: Индукциондық каротаж қисықсызықтарын өңдеу мен түсіндіру

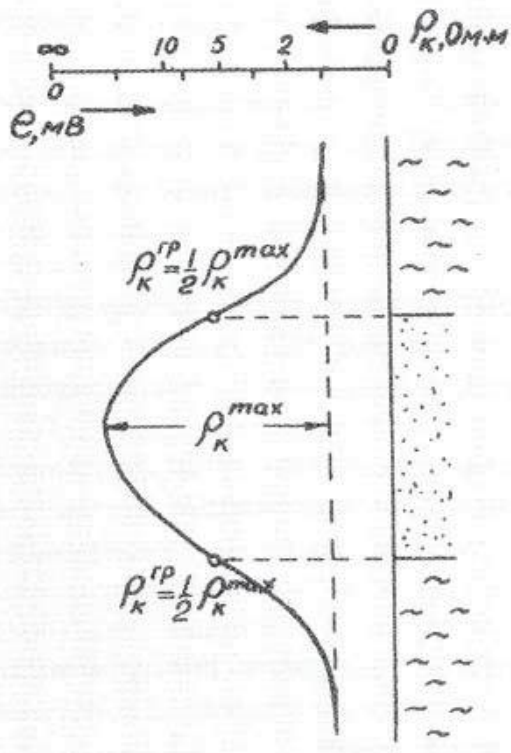
Индукциялық каротаж диаграммасын интерпретациялаудың басты кезеңдері:

Қабаттың жапсарымен қалыңдығын анықтау

Теориялық есептеулер тұрғысынан индукциялық каротаж қисықтары қабаттар шекараларында өзгеріссіз, қарапайым симметриялық формалар мен сипатталады. Қабат қалыңдығын анықтау үшін аномалияның жартылай максимумы» атаулы ереже қолданылады (2.38 сурет). Осы ереже бойынша табылған қабат қалыңдығы (жалған) $h\phi$ арқылы өрнектеледі. Егер қабат қалың болса ($h > 2L$), онда $h\phi$ қабаттың нақты мәніне тең, ал жұқа қабаттар үшін $h\phi$ мәні нақты мәнінен айырмашылығы бар (қабаттың қалыңдығы азайған сайын және қабат кедергісінің сыйыстырушы орта кедергісіне қатынасы көбейген сайын бұл айырмашылық көбейе түседі). Жұқа қабаттар үшін оның нақты мәні $h\phi$ арқылы 2.39 суретте келтірілген палетка арқылы табылады.

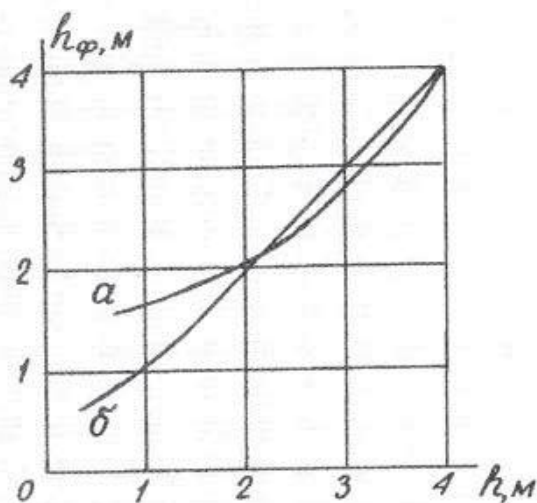
Қабаттардың кедергісін анықтау

Қалың қабат ортасына сәйкес келетін көрінерлік кедергінің экстремалды мәні, іс жүзінде, шексіз қабаттың меншікті кедергісіне тең. Қабаттың қалыңдығы азайған сайын аномалия амплитудасыда азаяды (қабат қалыңдығы қаншалық азайса оның амплитудасы да соншалық азаяды).



2.38 сурет

ИК диаграммасы бойынша қабаттардың шекарасын анықтау



2.39 Сурет

h_f мәні бойынша жұқа қабаттардың қалыңдығын анықтайтын палетка:
а-7И1,4; б- 4Ф0,75 зондары

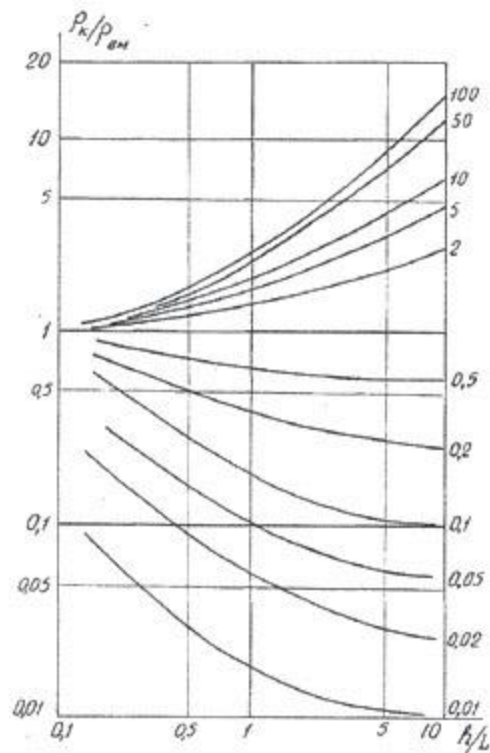
ИК диаграммасынан анықталған көрінерлік кедергі (егер бұрғылау ерітіндісі ұңғыма қабырғасына терең енбеген жағдайда) 2.40 суретінде келтірілген номограмма бойынша қабаттың нақты кедергісін табуға болады. Бұл номограмма диаметрі 0-ге тең ұңғыма үшін және жабынды мен төсеніш қабаттардың кедергілері бірдей болған жағдайларға есептелген.

Қисықтардың белгісі – $\rho_{пл}/\rho_{вм}$.

ИК жоғары электр өткізгіштігімен сипатталатын қабатшаларды жақсы көрсетеді, ал жоғары кедергімен сипатталатын қабатшаларды көрсетпейді, өйткені өлшеу кезінде әдеттегі КС зондтарына тән экран дау болмайды. Сонымен, ИК қисықтары жан-жақты мағлұматтар бермейді.

ИК әдісін пайдаланудың шектеулі болуы ($\rho = 0 \div 50 \text{ Ом}$), оны басқада әдістермен (мәселен, БК) қоса жүргізуді талап етеді. Осы мақсатта ИК және БК әдістерін қоса жүргізетін (диаграммаларды бірге тіркейтін) арнайы аспаптарда бар.

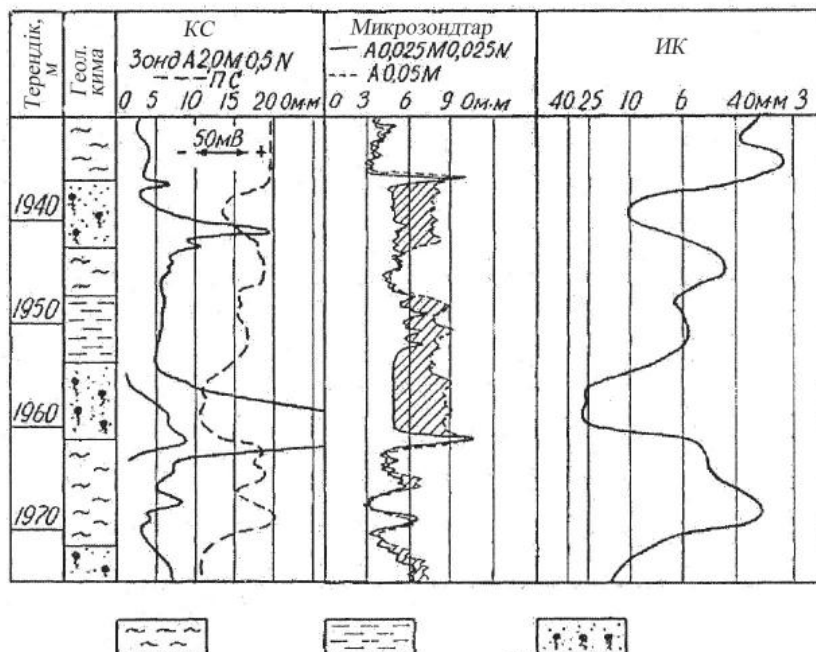
Қазірде ИК әдісі сазды ерітінді мен бұрғыланған ұңғымаларда кеңінен қолданылады (қабаттың нақты кедергісін БКЗ әдісімен салыстырғанда тез және аз шығын мен анықтауға болады).



2.40 Сурет

ИК нәтижелері бойынша қабаттың кедергісін анықтайтын номограмма. ρ_{kl}/ρ_{0m} – қисықтардың белгісі.

2.41 суретте ИК, КС, ПС және микрозондтар әдістерімен жазылған ұңғыма қимасына сәйкес келетін диаграммалар берілген. Суретте саз және құмайтастар арасында орналасқан құмтастан тұратын екі қабатша нақты көрінеді. ИК диаграммасында жоғары кедергілі бұл қабатшалар (10 Ом·м, жоғарысы және 25 Ом·м, төменгісі) екі қабатшада мұнаймен қаныққандығын көрсетеді.



Бақылау сұрақтары:

- 1) Қабаттың жапсарымен қалыңдығы қалай анықталады?
- 2) Жартылай максимум ережесі?
- 3) Қабаттардың кедергісі қалай анықталады?

Сабақ № 6

Сабақ тақырыбы: Гамма каротаж қисықсызықтарын өңдеу мен түсіндіру

ГК диаграммасын *сапалық* интерпретациялау деп ұңғыма ашқан қиманы таужыныстың радиобелсенділік деңгейі бойынша литологиялық жіктеуді айтады. Жалпы алғанда, таужыныстың радиобелсенділігін текқана ГК диаграммасы бойынша нақты анықтау мүмкін емес. Ол үшін радиобелсенді каротаждың басқада түрлерін (КС, ПС, НГК, АК жә не т.б.) пайдалану қажет.

ГК әдісі уран рудасы немесе калий тұздары сияқты табиғи радиобелсенді элемент терді іздеуде және барлауда тиімді болып саналады.

ГК диаграммасын *сандық* интерпретациялау нәтижесінде радиобелсенді таужыныстардың қорын есептеуге қажетті мағлұматтар (рудалық интервал дардың қалыңдығы және ондағы радионуклидтер мөлшері) анықталады. Бұл салада ГК кернді сынамалауға қарағанда нақты нәтижелер береді.ГК диаграммасын сандық интерпретациялау табылған аномалия ауданының S радиобелсенді интервалдар қалыңдығы h мен ондағы радиобелсенді элементтердің мөлшері q арасындағы байланысқа негізделген.

$$S = K_0 \cdot q \cdot h$$

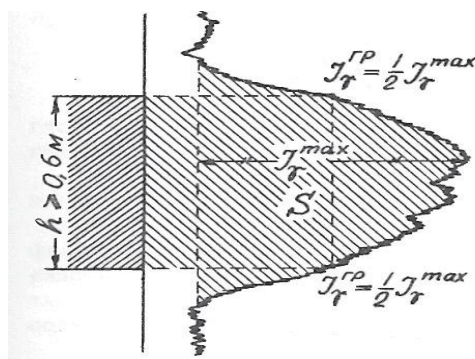
мұнда K_0 – қаныққан қалыңдық пен сипатталатын қабаттың

γ -сәулелену қарқындылығы және оның құрамындағы радиобелсенді элементтің арасындағы байланысты көрсететін пропорционалдық коэффициент. Коэффициент K_0 детектордың түрі мен мөлшеріне және руданың тығыздығымен зэф (зэф- ортаның тиімді атомдық номері) параметрімен байланысты. Бұл аталған барлық параметрлердің әсерін анықтау қиынға түседі, сондықтан, K_0 коэффициентін тәжірибе барысында (радионуклид мөлшері бел-гілі қабат моделін пайдалану арқылы) анықтайды. Мәселен, гидрогендік уран рудасы мен МС-13 санауышы үшін $K_0=115$ мкР/ч (0,01% U).

Қабат қалыңдығын анықтау. Рудалық интервал қалыңдығын анықтау үшін әр түрлі тәсілдер қолданады : $\frac{1}{2}I_{\gamma} \max$ $\frac{4}{5} I_{\gamma} \max$ белгілі қарқындылықпен және т.б. Тәсілдің қажетті түрін пайдалану рудалану біркелкілігіне, руда қалыңдығына және басқада параметрлерге байланысты.

3.4 суретте $\frac{1}{2}I_{\gamma} \max$ тәсілімен анықталған мысал келтірілген.

Аномалия амплитудасы $I_{\gamma} \max$ сыйыстырушы таужыныстың γ -фоннынан есептелінеді (жабынды және жатын таужыныстары көр-сеткіштерінің айырымы арқылы).



3.4 сурет

ГК диаграммасы бойынша қалың қабат жапсарларын және аномалия ауданын анықтау

Радиобелсенді элемент мөлшерін (U) анықтау аномалияның барлық түрлеріне бірдей, төмендегі формуламен анықталады.

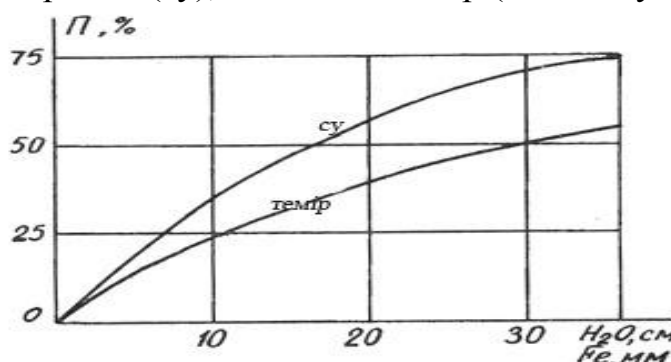
$$Q = \frac{s}{100KOh} \%$$

мұнда h — интервал қалыңдығы, м.

Ауданның мөлшері S (см·мкР/ч) 3.4 суретте келтірілгендей ГК қисығы мен тереңдік өсі және қабат жапсарлары құрайтын контур бойынша есептелінеді.

Түзетулер енгізу. Табиғи радиобелсенді элементтердің мөлшерін анықтау үшін, алдымен, γ -кванттардың қанша бөлігі бұрғылау ерітіндісі мен шегендеу құбырында (егер болса) сіңуін білу қажет.

Бұрғылау ерітіндісі Пб.р. мен шегендеу құбырында сіңу Птр процестері үшін түзетулер бір номограммамен (3.5 сурет) анықталады. Номограммада екі қисық сызық бар: біріншісі – ерітінді(су), екіншісі – темір (шегендеу құбыры) үшін.



3.5 сурет

Суда және шегендеу құбырында сіңген γ -кванттар үшін түзетулерді енгізу номограммасы

Түзетілген аудан төмендегі формула арқылы есептелінеді:

$$S_{испр} = \frac{s \cdot 10^4}{(100 - P_{бр})(100 - P_{тр})}$$

мұнда Пб.р. и Птр. – бұрғылау ерітіндісі мен шегендеу құбырында сіңген γ -кванттардың сәулелену үлесі (пайызбен). Бұл көрсеткіштер номограммадан ұңғыманың және ұңғымалық ГК аспаптың, шегендеу құбырының диаметрлер айырымы арқылы есептелінеді. ГК бойынша U-ды анықтау үшін уран мен радий арасындағы радиобелсенді тепе-теңдік үшін қосымша түзету енгізу керек. Өйткені, уранның өзі γ -квант бермейді, ал барлық γ -сәулелену радий және оның өнімдерінен тарайды. Радиобелсенді тепе-теңдікті руда құрамындағы U мен Ra мөлшеріне байланысты, ал оны

кернді зертханалық зерттеу нәтижесінде табады. Тепе-теңдіктегі рудада радий мөлшері уранға қарағанда $3,4 \cdot 10^7$ есе кем. Ал, тепе-теңдігі жоқ рудада $K_{pp} = \frac{q_{Ra}}{q_{U, 3,4 \cdot 10^7}}$.

Радиобелсенді тепетеңдікті түзету нәтижесінде U мөлшері:

$$q_{испр} = \frac{q}{K_{pp}}$$

ГК диаграммасын сапалы интерпретациялаудың нәтижесі – уран рудасы мен калий тұзы кенорындарының қорын есептеудің негізі болып саналады.

Бақылау сұрақтары

1. Сапалық интерпретация дегеніміз не?
2. Сандық интерпретациялау кезінде қандай мағлұмат ала аламыз?
3. Қабат қалыңдығы қалай анықталады?
4. Радиобелсенді элемент мөлшерін қалай анықтаймыз?
5. Аномалия ауданын есептеуге арналған формуланы жаз.

Сабақ № 7

Сабақ тақырыбы: Акустикалық каротаж қисықсызықтарын өңдеу мен түсіндіру

Қазіргі акустикалық каротаж аспабы кинематикалық $T1P$, $T2P$, ΔTP , $T1S$, $T2S$, ΔTS және динамикалық $A1P$, $A2P$, $A1S$, $A2S$, $A1L$, $A2L$ параметрлердің аналогтық диаграммаларын және басылу коэффициенттері диаграммасын тіркеуге мүмкіндік береді:

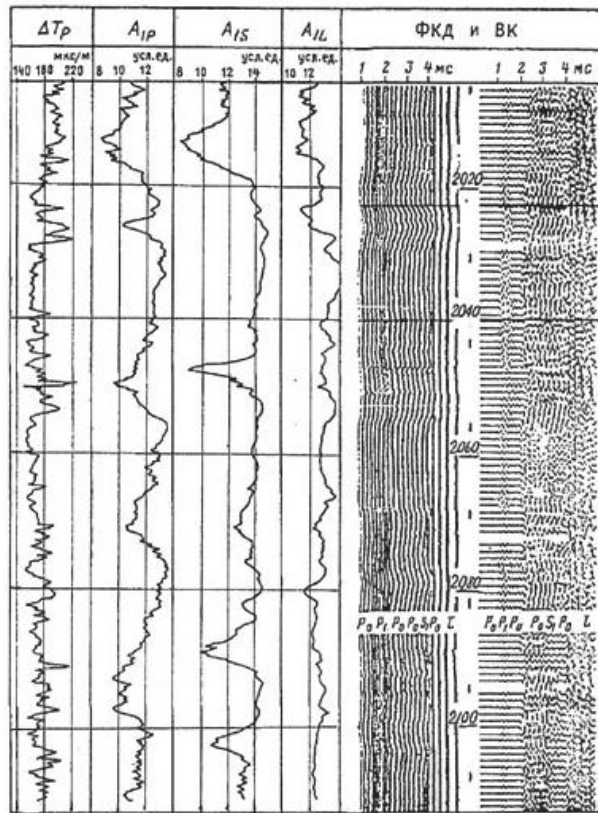
$$\alpha_p = \frac{1}{\Delta L} 20 \lg \frac{A_{1P}}{A_{2P}} \quad \text{и} \quad \alpha_s = \frac{1}{\Delta L} 20 \lg \frac{A_{1S}}{A_{2S}} \quad [\text{дБ/м}]. \quad (5.1)$$

Сонымен қатар, АК аспабы толқын көрінісін (ВК-волновая картина) толығымен және белгілі бір дискретизациялық интервал мен (тереңдік бойынша) фаза-корреляциялық диаграммасын (ФКД) жазады.

Толқын көрінісі арнайы магнит тік тіркеуіш пен жазылады, оны компьютерге енгізу оңайға соғады.

Фаза-корреляциялық диаграмма дегеніміз әр түрлі толқындардың бірдей фазаларның сызықтық жазылу көрінісі. ФКД жазуының жуандығы сигналдың амплитудасына пропорционал. ФКД диаграммасы бойынша әр түрлі толқындарды сәйкестендіруге, олардың кинематикалық және динамикалық параметрлерін бағалауға, ұңғыма қимасын литологиясы бойынша жіктеуге болады.

7.1 суретте карбонатты қимадағы акустикалық каротаж нәтижесі келтірілген. Бұл көріністе қума толқынның интервалдық уақыт диаграммасы ΔTP және бірінші қабылдағышпен тіркелген динамикалық $A1P$, $A1S$, $A1L$ параметрлері келтірілген.



7.1 сурет

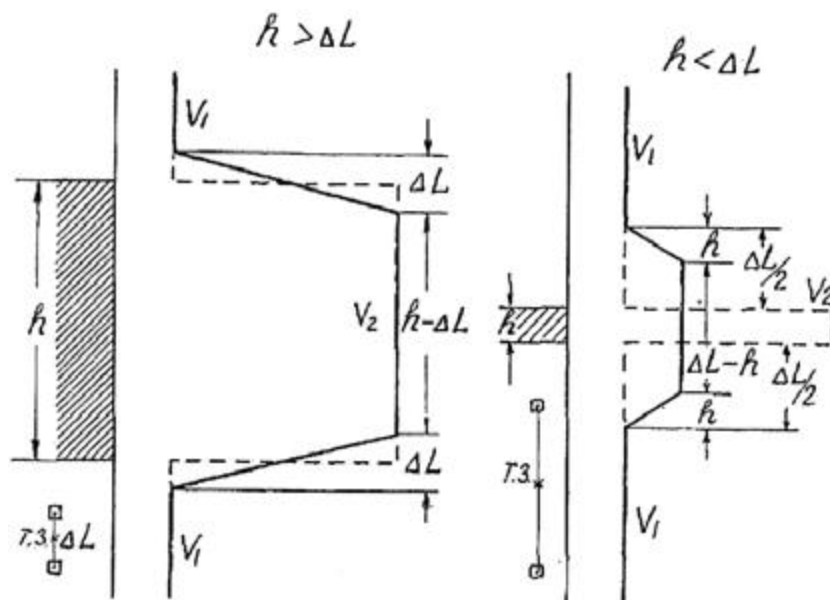
Карбонаттық қимадағы акустикалық каротаж нәтижелері (Ю.И.Горбачев деректері бойынша)

Жалпы алғанда, ұңғыма ашқан карбонаттық қима толқындардың жоғары жылдамдығымен және төмен интервалды уақытымен (160-220 мкс/с) сипатталады. Келтірілген мысалдағы мұнай-газ қаныққан коллектор – кеуектілігімен, жарықшақтығымен, қуысқа бай учаскелер – жоғары интервалдық уақыты мен ΔT_p сипатталады (2023-2029 м; 2047-2056 м интервалдары). Бұл интервалдар, соны мен қатар, басылу коэффициентінің өсуі мен сипатталады (6.1 суретте диаграмма келтірілген).

Интервалдық уақыт диаграммалары бойынша толқынның таралу жылдамдығы бір-бірінен ерекшеленетін қабаттардың қалыңдығы мен шекараларын анықтауға болады.

Қалың қабаттың ($h > \Delta L$) қалыңдығы аномалияның жартылай максимумы ережесі бойынша, ал жұқа қабаттың ($h < \Delta L$) қалыңдығы төмендегідей ереже бойынша анықталады: аномалияның жартылай максимум деңгейіндегі ені зонд базасына тең, ал қабаттың қалыңдығы қисықтың көлбеу бөлікшесінің ұзындығына тең. Бұл келтірілген екі жағдайда қабаттың үстіндегі және астындағы таужыныстардың акустикалық қасиеттері бірдей болса,

V және T қисықтарында аномалиялар қабаттың ортасына симметриялы орналасады: тек бірінші жағдайда $V_{max} = V_{пл}$, ал екінші жағдайда – $V_{max} < V_{пл}$ (7.2 сурет).



7.2 сурет

Толқынның жоғары таралу жылдамдығы мен сипатталатын, қалың және жұқа қабаттар үстіндегі акустикалық қаротаж диаграммалары

Бақылау сұрақтары:

1. АК аспабы нені жазады?
2. ФКД дегеніміз не?
3. Интервалдық уақыт диаграммалары бойынша нені анықтауға болады?

Сабақ № 8

Сабақ тақырыбы: Термометрия қисықсызықтарын өңдеу мен түсіндіру

Ұңғымада термометрия жергілікті жердің тау жыныстарында физико-химиялық процесстер арқылы пайда болатын жылу өрісін анықтау үшін және жуу сұйықтығы мен тау жыныстарының температура айырмашылықтарынан және сонымен қатар цементтің экзотерлік ұстап қалу реакциясынан пайда болатын жасанды жылу өрісін анықтау үшін жүргізіледі. Осыған орай жылуды анықтау бөлінеді: а. геометриялық градиентті табу; б. қимада газбен қаныққан коллекторлардан газ ұңғымаға түсуі кезінде ұңғыманың сууы және қабаттағы судың ұңғымағы түсуін анықтау; в. жасанды жылу өрісін тудыру арқылы пласттардың жылулық қасиеттерін анықтау. Термометриядан алынған мәліметтерді әр түрлі геофизикалық диаграммаларды өңдеуде қолданады, ең алдымен электрометрияда. Әр түрлі термометриялық іздеулер ұңғыманың техникалық жағдайын бақылау, яғни цемент сақинасының көтерілуін, труба сыртындағы судың айналу интервалдарын және жобалау кезінде жұмыс істеп тұрған мұнай және газ ұңғымаларында ағынды анықтау үшін жүргізіледі.

Ұңғымада температураны бөлу табиғи және жасанды жылу өрістерінің ерекшеліктеріне, қимадағы тау жыныстарының жылулық қасиеттеріне және жуу сұйықтығына байланысты.

Тау жыныстарының жылулық қасиеттеріне жатады: ерекше жылу өткізгіштік ++++ және оған қарама-қарсы өлшем бірлік ерекше жылулық кедергі $\frac{m}{m^2 \cdot K}$, жылу сыйымдылық C және температура өткіштік a жатады:

$$a = 1/C_{\xi} \delta_{п.}$$

Термограмманы өңдеу үшін негізгі параметр ξ . Ол тау жыныстарының көлемінің қалыңдығына және кеуектілігіне, флюид құрамына тәуелді. Қалыңдықтың көбеюімен және тау жыныстарының кеуектілігінің азаюымен ξ азаяды. тау жыныс-коллекторлардың кеуектілігі мен басқа да параметрлерінің бірдей болуынан ξ минимальды мәнге ие болады. Егер кеуектер семен толтырылса мәні үлкейеді. Егер мұнай немесе газбен толтырылса максималды мәнге ие болады. Коллектордың өтімділігінің өсуімен қатар ξ азаяды. себебі конвекция арқылы қосымша жылу өткізіледі.

Максималды жылу кедергісі шөгінді, құрғақ, сусымалы тау жыныстарында, газбен қаныққан коллекторларда, көмірде байқалады. Жоғары жылу кедергісі сазда байқалады. ξ төменгі мәні карбонатты қалың тау жыныстарында, тас көмірде, ангидритта байқалады. Минималды мән құрамында рудалық минералдары көп электр өткізе алатын тау жыныстарында (сульфид, магнетит) байқалады.

Геотермограмманы өңдеу

Бұрғылау сұйықтығы тау жыныстарының температурасын қабыдап алғанда ұңғымада жылу режимі тұрақталған термометрия болады. Ол геотермограмманы алуға мүмкіндік береді. Ол арқылы геометриялық градиентті Γ анықтауға болады. (сурет 78)

$$\Gamma_{100} = 100 \frac{t_2 - t_1}{H_2 - H_1}$$

$t_1 t_2$ - тау жыныстарының $H_1 H_2$ тереңдіктегі температурасы

Геотермограмманың белгілі бір жерлердің әр түрлі бұрыштарының болуы температураның тереңдікпен бірге өсуі бірдей болмайтыны көрсетеді. Геометриялық градиент Γ 1м тереңдікпен температураның өсуін сипаттайды. Геометриялық градиент Γ жылу ағынының қалыңдығының осы тереңдіктегі тау жыныстарының кедергісіне қатынасымен сипатталады.

$$\Gamma = q_t \xi_{п.}$$

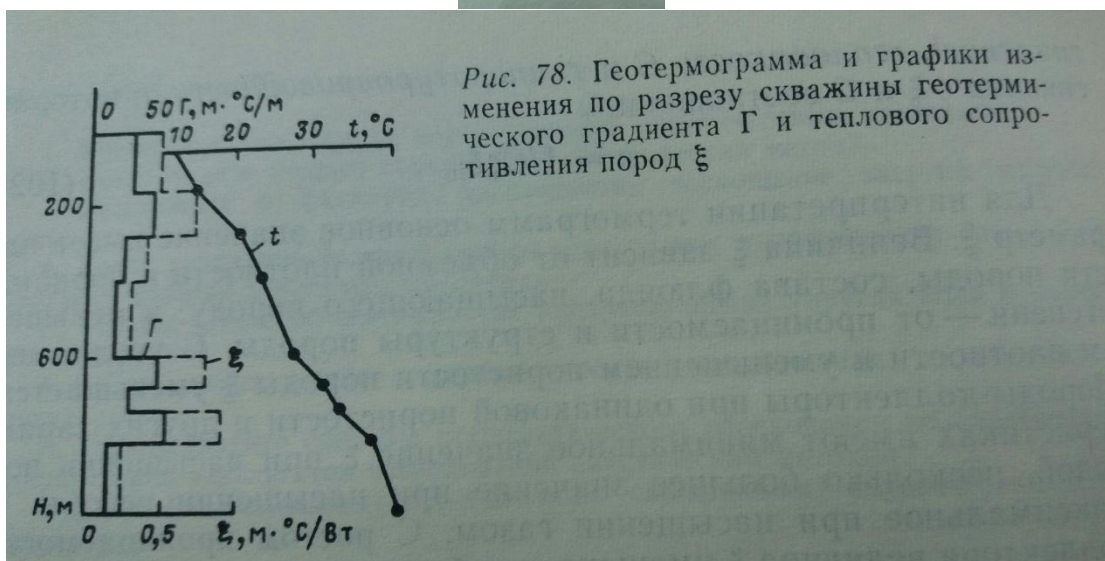


Рис. 78. Геотермограмма и графики изменения по разрезу скважины геотермического градиента Γ и теплового сопротивления пород ξ

q_t тұрақты болған жағдайда Γ өзгеруі тау жыныстарындағы ξ өзгеруімен

сипатталады. Сондықтан $\sigma_{\text{т}}$ п өсуімен осы тау жыныс интервалының геотермограмма иілуі өседі және керісінше. Температураның детальді масштабында тіркелген геотермограмма $\sigma_{\text{т}}$ п параметріне пропорционал Γ арқылы литологиялық бөлуді жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Литология жығанан бірдей шөгінділірді ашатын белгілі бір территорияны қамтитын, әр түрлі ұңғымалардағы жылу ағынының қалыңдығын анықтау, шөгіндінің тектоникасын ашылмаған ұңғымаларда анықтауға мүмкіндік береді. Сонымен үлкен q_t антиклиналды зоналаға, ал аз q_t синклинады зоналарға тән. Кристаллдық тау жыныстары сыртқа жыққан аудандарда $\Gamma_{100} 0.75-3^{\circ} \text{C}/100\text{м}$ аспайды. Максималды ($2.5-20^{\circ} \text{C}/100\text{м}$) Γ_{100} кайнозойлы вукан ауданында болады. Шөгінді жерлерде максималды Γ_{100} саз және аргиллитта болады, ал минималды Γ_{100} карбонатты және гидрохимиялық шөгіндерде болады.

Бақылау сұрақтары:

1. Термометрия әдісінің материалы қалай өңделеді?
2. Термометрия дегеніміз не?
3. Термометрия қалай бөлінеді?

Сабақ № 9

Сабақ тақырыбы: Магниттік каротаж қисықсызықтарын өңдеу мен түсіндіру

Жоспар:

1. Магниттік каротаж мәліметтерін өңдеу.

Магниттік каротаж, дәлірек, магниттік қабілеттілікті каротаждау (КМВ-каротаж магнитной восприимчивости) әдісі ұңғыма қабырғасын құрайтын таужыныстардың және рудалардың магниттік қабілеттілігін (χ) өлшеуге негізделген. КМВ – магнитті темір рудасы кенорындарындағы ұңғыманы зерттеуге арналған басты әдіс. Бұл әдіс, сонымен қатар, боксит, полиметалдар және марганец рудалары кенорындарында пайдаланылады.

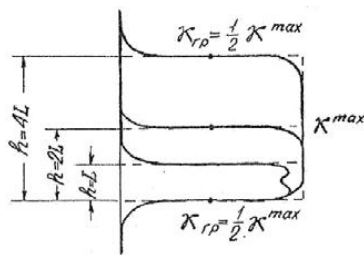
КМВ әдісімен төмендегідей мәселелер шешіледі: ұңғыма ашқан қиманы литологиялық жіктеу, магниттік қасиеттері жоғары аралықтарды (интервалдарды) және олардың қалыңдығын анықтау, таужыныс магниттік қабілеттілігінің нақты мәнін анықтау, руда құрамындағы темірдің пайыздық мөлшерін анықтау.

КМВ деректері бойынша қиманы литологиялық жіктеу әр түрлі таужыныстар құрамындағы магниттік минералдардың (негізінен, магнетит) мөлшеріне негізделген. Атқылама таужыныстары арасында қышқылды таужыныстарда (граниттер, сиениттер және т.б.) магнетит ең аз мөлшерде; негізгі және ультра негізді таужыныстарда – жоғары мөлшерде; шөгінді таужыныстар арасында – сазда ең жоғары мөлшерде кездеседі. Төменде, 6.1 кестеде кейбір таужыныстар үшін орташаланған магниттік қабілеттіліктің мәні келтірілген.

Таужыныстардың магниттік қабілеттілігі

Кесте 6.1

Таужыныс	Магниттік қабілеттілік к, 10^3 сл. СИ
Гранит	0-50
Габро	1000-5000
Перидотит	1000-25000
Эктас	0-20
Құртас	10-100
Саз	10-500
Мәрмәр	-5-0
Тақтатастар	50-5000
Магнетитті руда	125000-1000000



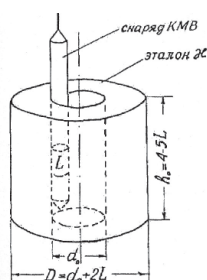
6.1 сурет

Магниттік қабілеттілігі жоғары, қалыңдығы әр түрлі қабаттар үстіндегі КМВ аномалиялары

Егер қабат қалыңдығы h , датчик k ұзындығынан L аз болса, онда аномалия енінің қабат қалыңдығына тәуелділігі жойылып, L -ге тең болады, сөйтіп аномалия ортасында кішігірім минимум пайда болады, ал оның максимумы өз максимумына (қабат қалыңдығы қалың болған жағдайдағы) жетпейді.

Таужыныстардың нақты магниттік қабілеттілігі дала магниттік түсірімі нәтижесін сапалы интерпретациялау үшін анықталады. Бұл параметр (χ ист) ұңғымалық каппометрді басқыш тау (градуирлеу) арқылы табады. Ол үшін арнайы эталондар дайындалады, олардың әрбіреуінің осінің бойында цилиндрлік тесігі бар картоннан немесе пластмассадан жасалған барабан орналасады. Барабанның сыртқы диаметрі аз дегенде χ датчигінен екі есе ұзын, ал орталық тесіктің диаметрі зерттелетін бұрғылау ұңғымасының диаметріне тең болуы керек. Барабанның биіктігі датчик ұзындығынан 4-5 есе жоғары болуы керек. Барабандар мүсін салуға арналған гипстің немесе цементтің ұсақталған магнетит қоспасы мен толтырылады.

Әрбір эталонның магниттік қабілеттілігін зертханалық каппометр мен анықтайды. Градуирлеу барысында ұңғымалық снаряд барабан тесігінің (қуысының) ішіне, оның қақ ортасы қарсысындағы қабырғаға жабыстырылады (6.2 сурет). Ұңғымалық каппометрдің әрбір өлшеу диапазонына әртүрлі магниттік қабілеттілігі мен сипатталатын 3-4 эталон дайындалу керек. Градуирлеу графигі $l=f(\chi_{ист})$ 6.3 суретте көрсетілген.

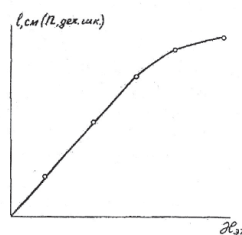


6.2 сурет

Ұңғымалық КМВ приборын градуирлеу

леу

барысында эталон ішіне орналастыру



6.3 сурет

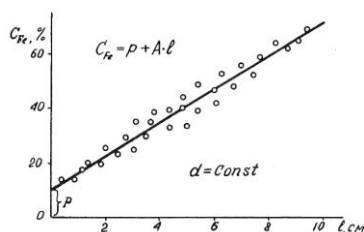
КМВ аспабын градуир

графигі

КМВ диаграммасы бойынша темірдің пайыздық мөлшерін анықтау магниттік қабілеттілік пен темірдің пайыздық мөлшері арасындағы корреляциялық $\chi_{ист} = (CFe)$ байланысқа негізделген. Дегенмен, бұл тәуелділік сызықтық болып есептелмейді. CFe мәнін анықтау үшін χ -ның нақты мәнін пайдалану қажет емес, ол үшін КМВ диаграммасынан алынған l мәнін пайдалануға болады. Жоғарыда

айтылғандай, $l=f(kucm)$ болғандықтан $l=\psi(CFe)$. Соңғы корреляциялық байланыс алдыңғыға қарағанда сызықтық тәуелділікке тіпті жақын.

$l=\psi(CFe)$ функциясын тәжірибелік деректер арқылы тұрғызу үшін, жоғары сапалы керн алынған ұңғымалар пайдаланылады. Рудалық аралықтардан алынған кернді жан-жақты сынамалап, оның құрамындағы темір мөлшерін химиялық талдау арқылы анықтайды. Сосын, КМВ диаграммасынан χ -ның орташа мәні анықталады немесе сынамаланған рудалық аралықтар қарсысындағы l көрсеткішінің орташа мәні анықталады. $l=\psi(CFe)$ тәуелділігі CFe осінен кесіп өткен p кесіндісі (6.4 сурет), магнитті емес минералдар үлесіне тиетін (силикаттар немесе карбонаттар) руда құрамындағы темір мөлшерін сипаттайды.



6.4 сурет

КМВ көрсеткіші мен руда құрамындағы темір мөлшері арасындағы байланыс (ұңғыма диаметрі 79 мм)

Руда құрамындағы темір мөлшерін төмендегі формула арқылы есептеуге болады:

$CFe = A \cdot l + p$, мұнда, A – бұрыштық коэффициент, ол КМВ диаграммасында қисықтың бір рет ауытқуына сәйкес келетін темірдің пайыздық мөлшерін көрсетеді.

Формуладағы $A \cdot l$ көбейтіндісі магниттік сепарация (ажырату) нәтижесінде рудадан алынатын темір мөлшерін сипаттайды.

Айтылған әдіс пен анықталатын темір мөлшерінің нақтылығы 1-2 пайызды құрайды.

Жоғарыда келтірілген тәуелділіктер диаметрі бірдей ұңғымалар үшін жарамды, өйткені ұңғыма диаметрі өлшеу нәтижесіне әсер етеді. Осы себептен КМВ, міндетті түрде, кавернометрия жұмысы мен бірге жүргізіледі.

Бір ұңғыма үшін табылған $\chi = (CFe)$ тәуелділігі, басқа ұңғымаға жарамайды, өйткені бұл тәуелділік функциональдық емес статистикалық болып саналады. Сондықтан оған басқа көптеген факторлар (руданың минералдық құрамы, оның құрылымы мен бітімі және т.б.) әсер етеді. Мәселен, құрамында 21 % темір бар темірлі кварциттер үшін $k \approx 3$, ал диабаз үшін (27 % те мір) – $k \approx 0,9$.

Сабақ № 10

Сабақ тақырыбы: Кавернометрия және профилиметрия қисықсызықтарын өңдеу мен түсіндіру

Ұңғыма диаметрі номиналды d_n және нақты d_c болып ажыратылады. Номиналды диаметрі бұрғыланған ұңғыманың долотасы мен тағасына тұспа-тұс келеді. Нақты диаметр номиналдыдан келесідей ажыратылады: жыныстың өтімділігі және бұрғылау технологиясына тәуелділігі және келесідей қатынасқа ие $d_c > d_n$; $d_c \leq d_n$. Ұңғыманың нақты диаметрін білу, ол бұрғылау процессінде ұңғыманың техникалық жағдайының мәліметін алу үшін, бұрғылау аяқталғаннан кейін бекітілген шегендеуші

кұбырға керек мөлшердегі цемент туралы мәлімет алу үшін керек. d_c туралы мағлұмат сандық интерпретация диаграммасында әр түрлі геофизикалық әдістерде және орнату пакерлерін таңдау кезінде, пластардың екі пакерлі тексергіш құбырды сынау арқылы жүргізіледі.

Тіркеу үшін қисық өзгерістер диаметрі ұңғыма бойынша оның оқпаны үшін каверномер қолданылалды, ол кез-келген тереңдікте анықталатын орташаның ішіндегі екі өлшенген өзара перпендикуляр тік жазықтықтағы ұңғыма диаметрінің мәні. Каверномер диаграммасын-кавернограмманы сызықтық масштабта тіркейді(әдетте 1см, 2см және 5см, 1см қағазда) және тереңдік масштабта 1:500 және 1:200. Кавернограммада сызықтық номиналды диаметрі жүргізіледі $d_{и}$, ол интервалды үлкейту және кішірейтуге $d_{н}$ нақты диаметріне қарағанда айқындау мүмкіндігін береді. Кавернограммда құнды деректерді тек бұрғылау қызметіне ғана емес ; сондай-ақ геофизикалық материалдарды геологиялық интерпретацияда қолдануға тиімді :кавернограммда диаметрдің үлкейюі сазбен сипатталады, кішірейюі(сазды қабыршақтың туындауы арқасында) - жыныс-коллекторлар; бірақ номиналды диаметрі тығыз жыныстарда сақталады. Диаметрдің үлкейюі коллекторларда және тығыз жыныстарда болуы мүмкін, егер олар жарықшақты болса. Кейде кавернограмманы микрокавернограммамен толықтырылады, ол каверномермен тіркеледі, оның арнайы конструкциялы аяқтары өте дәл масштабта және коркограммамен, коркомермен алынатын, сазды қабыршақтың қалыңдығын өлшеуді қамтамасыз етеді. Микрокаверномер және коркомер сазды қабыршақтың қалыңдығының өзгеруінің нақты суретін алуға, тіпті интервалдың ортақ үлкейюін d_c (жарықшақты коллектор) сондай-ақ тиімді қуатты коллекторлар туралы қосымша мәлімет береді.

Профилеметр каверномерге қарағанда қисықтардың екеуін өзара перпендикулярлы ұңғыма диаметрін тіркеуге мүмкіндік береді, олар ұңғыманың қимасының интервал үлкейюінің диаметрі, ереже бойынша, шеңбер емес-диаметрлер, өзара перпендикуляр бағытты өлшеулер бойынша ажыратылады. Профилеметрия ұңғымадағы оқпанның жеке нүктелерін, ұңғыма қимасының пішінін және оның бағытын “Спрут” приборымен нақты анықтауға арналған. Нақты келетін ұңғыма пішінінің қимасы 93 суретте көрсетілген. Бұл ұңғыма оқпанында науаның болуымен сипатталады, ол шамдардың ұңғыма қабырғасына қосылуының арқасында туындайды, олардан көтеріп-түсіруі операциялар кезінде қолданылатын бұрғылау саймандары жасалады. Науаның болуы бұрғылау процессінде және де геофизикалық зерттеулер кезінде бұрғылау аспаптарын және геофизикалық аспаптарды шығару кезінде оқыс жағдайға алып келу қаупін көбейтеді. Профилеметрияның мүмкіндігі, шығаруға қиындық тудыратын науаларды нейтрализациялау шараларын ұйымдастыру, ұңғыма оқпанының көлемін анықтау, ондағы бекітілген шегендеуші құбырды цементтеу мөлшері, ондағы ұңғыма қимасындағы пішінің геофизикалық аспаптардың өтімділігін анықтау болып табылады.

Бақылау сұрақтары

1. Кавернометрия әдісінің материалы қалай өңделеді?
2. Профилеметрия әдісінің материалы қалай өңделеді?
3. Қандай тау жыныстары ұңғыма диаметрін өзгертеді?

Тақырыбы: Қима тұрғызу

Жоспар:

1. Типтік, қалыпты және жиынтық геологиялық-геофизикалық қима жасау
2. Типтік (типовой) қима
3. Қалыпты (нормальный) қима

Типтік, қалыпты және жиынтық қималар әр түрлі ұңғыма ашқан геологиялық қималарды сәй кестендірудің (корреляциялаудың) және эталондық интерпретациялаудың негізі болып саналады.

Типтік (типовой) қима – бұл литологиялық және басты геофизикалық сипаттамаларды салыстыру үшін пайдаланылатын орташа геологиялық-геофизикалық қима. Ол бір жағынан реті-мен, жүйелі түрде геологиялық қабатта луды, олардың *көрерлік* (видимую) қалыңдығын, литологиялық құрамын, жасын және мұнай қанығуын, ал екінші жағынан, басты геофизикалық сипаттамалардың (КС, ПС, ГК, НГК және т.б.) орташа мәндерін сипаттайды.

Қимада геологиялық шартты белгілерімен репер-қабаттар бөлінеді. Қима каротажда қабылданған тереңдік масштабын да тұрғызылады (әдетте, 1:500). Типтік қима тұрғызылған ұңғыма тектоникалық тұрғыдан күрделі болмауы керек. 7.15 суретте мысал ретінде типтік геологиялық-геофизикалық қима келтірілген.

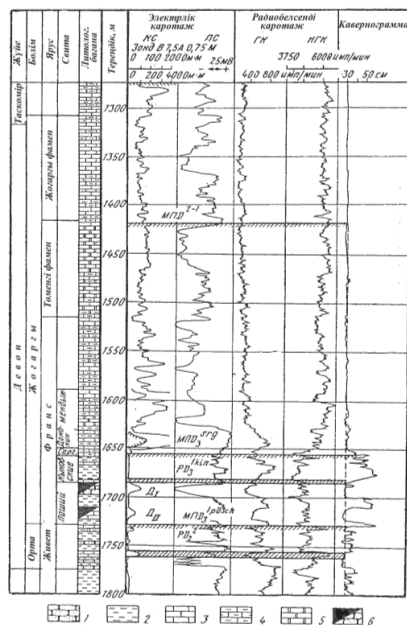
Қалыпты (нормальный) қима тұрғызу үшін қабаттың нақты қалыңдығы (көрерлік қалыңдығы емес) пайдаланылады, бұл оның типтік қимадан айрықшалығы. Оны типтік қима деректері бойынша тұрғызуға болады. Ол үшін типтік қимада алынған көрерлік қалыңдықты ұңғыма мен қабаттың кездесу бұрышының синусына көбейтеді.

Егер, кенорнының геологиялық құрылысы оның литологиясы мен қабат қалыңдығының тез өзгеруімен сипатталатын болса, онда **жиынтық (сводный) қима** тұрғызылады. Жиынтық геологиялық-геофизикалық қиманы тұрғызу барысында бағананы (колонканы) бірнеше ұңғымадан, ал каротаждық диаграммалар – бір ұңғымадан алынады.

Ұңғыма қима ларын сәйкестендіру және профильдік геологиялық-геофизикалық қималар тұрғызу. Ұңғыма қималарын сәйкестендіру кенорнының геологиялық құрылысын зерттеуде аса маңызды роль атқарады. Сәйкестендіру үшін сапалы диаграммаларды алып, оларға кернді зерттеу нәтижелері салынады. Әр түрлі ұңғымалардан алынған диаграммалар масштабы бірдей болуы керек.

Сәйкестендірудің негізгі мақсаты – *репер-қабаттарды* бөліп көрсету және олардың әр түрлі ұңғымадағы тереңдігін анықтау.

Репер ретінде төмендегі екі талапты қанағаттандыратын қабаттар алынады: біріншіден, олар каротаждық диаграммаларда ерекше аномалияларымен сипатталуы керек, екіншіден, – үлкен аумақта білінуі қажет.



7.15 сурет

Туймазы кенорнындағы девон түзілімдерінің типтік геологиялық-геофизикалық қимасы (В.Б.Шмакова және Р.С.Сабитов бойынша).

Қимада репер (Р) және таңбаланған беткейлер (МП) маркирующие поверхности) көрсетілген: PD^2_2 – әктас; $MPPD^{1\text{pash}}_3$ – паший қабаттары, әктас жабындысы; $PD^{1\text{kin}}_3$ – «кинжал» атаулы кынов әктасы; $MPPD^{srq}_3$ – саргаев әктасы; $MPPD^{2-1}$ – фамен свитасы, әктас; D_1 және D_{11} – мұнайлы құмтастар; 1– құмтас; 2- аргиллит; 3- әктас; 4- сазды әктас; 5- доломит; 6- мұнайлы құмтас

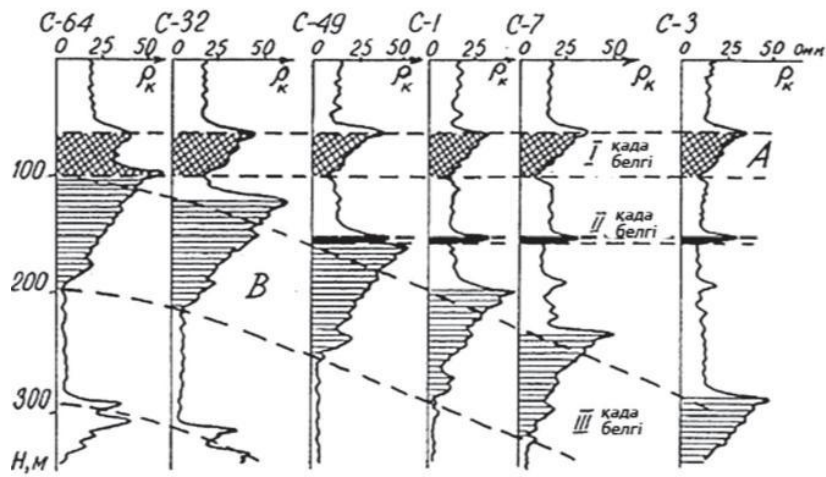
Мәселен, жақсы репер ретінде карбонаттық түзілімдер ара-сында кездесетін құмтас-сазды қабаттар, немесе терригендік тау-жыныстар арасындағы әктастарды айтуға болады.

Көпшілік жағдайда каротаж деректері бойынша, геологиялық мәліметтермен бөлінбейтін реперлерді бөлуге болады.

Сәйкестендіру барысында, сызбаға каротаждық диаграмма-ларды бірінен соң бірін (ұңғымалардың орналасу заңдылығы бойынша) түсіру арқылы және оларда бөлінген репер-қабаттар шекараларын бір-бірімен қосу арқылы корреляциялық схемалар тұрғызылады. Схеманы тұрғызу барысында, белгілі бір репердің беткейіне сәйкес келетін белгіні бір көлбеу сызыққа орналастырады.

Осылай тұрғызылған корреляциялық схема әрбір гори зонттың сақталу дәрежесін бағалауға, тектоникалық бұзылыстар мен үзі-ліссіз құрылымдарды табуға, трансгрессиялық басылуды анықтауға және т.б. мүмкіндіктер береді.

7.16 суретте бір свитаның екінші свитаға трансгрессивті (шал-қая) жатысын корреляция арқылы анықтаудың мысалы келтірілген (В.Н.Дахнов бойынша).



7.16 сурет

Таужыныс қатқабатында А свитасының трансгрессивті (шалқая) жатысын корреляция арқылы анықтау мысалы

Профильдік қималар кенорнының тік бағыттағы геологиялық құрылысын көрсетеді. Мұндай қималарды таужыныстың созылымы бойымен және оған перпендикуляр бағыттарда тұрғызады. Қиманы тұрғызу үшін профиль бойында (қима жазықтығында) жатпайтын ұңғыма ларды да пайдалануға болады, оларды таужыныс созылым бағыты бойымен профильге түсіреді. Қиманың тік масштабы, көлбеу масштабқа қарағанда ірі болады. Ұңғыманың оқпаны бойымен стандартты каротаж диаграммалары түсіріледі.

Бақылау сұрақтары

1. Типті қима дегеніміз не?
2. Қалыпты қима дегеніміз не?
3. Жинақтық қима дегеніміз не?

Сабак 12

Тақырыбы: Коллекторды анықтау

Жоспар:

1. Коллектор
2. Кеуектілік
3. Өткізгіштік

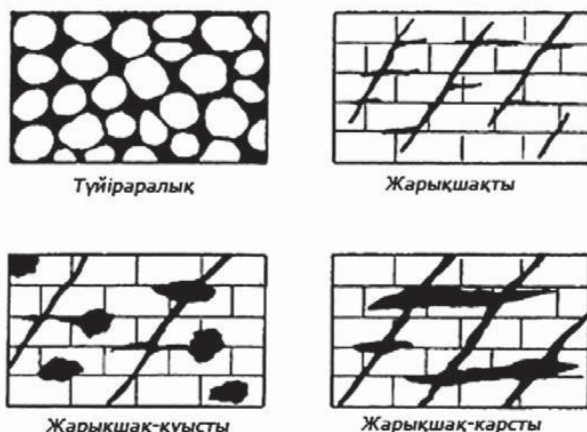
Алдымен, коллектор-қабаттың басты сипаттарына тоқталайық. Коллектор деп өзінде сұйықтық пен газды сақтап, оларды қайтара беретін таужыныстарын айтады. Басты коллекторлық қасиеттер қатарына кеуектілік пен өткізгіштік жатады.

Кеуектілік таужыныстың сұйықтықты немесе газды байланыссыз жағдайда сақтауын сипаттайды. Ол кеуектілік коэффициентімен K_p , % анықталады.

Өткізгіштік деп қысымның айырмасы (өзгерісі) әсерінен таужыныстың өзі арқылы сұйықтықты немесе газды өткізу қабілеттілігін айтады. Өткізгіштік коэффициенті $k_{пр}$ дарси-мен немесе СИ жүйесінде аудан өлшемінде өлшенеді ($1 \text{ мД} \approx 1 \text{ фм}^2$ ($1 \text{ фемтам}^2 = 1 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$)). Ең жақсы коллектор болып құм, құмтастар, құмайттастар, кеуекті әктастар және доломиттер, жарықшақты таужыныстар есептеледі.

Коллектор емес яғни өткізбейтін таужыныстар («жапқыштар») қатарына саздар мен сазтастар (аргиллиттер), тығыз әктастар жә-не доломиттер, гипс және ангидрит жатады.

Қимада коллекторды жіктеу әдістемесі оның типтеріне байланысты жүргізіледі. Коллектордың түрлері 7.5 суретте көрсетілген.



7.5 сурет Коллектор түрлері

Түйіраралық (кеуекті немесе түйірлік) коллекторлар. Олар құмтас-сазды қималарда басым, кейбір кезде карбонаттық таужыныстар арасында да кездеседі. Олардың кеуектілігі жоғары (K_p 7-10-нан 30-40 пайызға дейін) және орташа өткізгіштігі $k_{пр}$ бірден жүздеген мД-ға дейін жетеді.

Жарықшақты, жарықшақ-қуысты және жарықшақ-карсты коллекторлар карбонаттық таужыныстар арасында кездеседі. Олардың кеуектілігі біршама төмен ($K_p \geq 2\%$), бірақ өткізгіштігі жоғары (ондаған дарсиге дейін). Оларда сұйықтық немесе газ жарықшақта және басқа да қуыстарда сақталады.

Коллектордың өткізгіштігі саздылыққа $C_{гп}$ тәуелді (саздылық өскен сайын $k_{пр}$ азаяды).

Ұңғыма қимасында коллекторды жіктеу – бұрғылау ерітіндісі-нің коллектор қабатына енуіне негізделген. Мұндай деректер, әр түрлі уақытта жазылған КС диаграммаларындағы көрсеткіштің өзгерісіне байланысты білінуі ықтимал. КС-тың өзгерісі, бұрғылау ерітіндісі сүзіндісінің қабатқа ену тереңдігінің өзгерісіне немесе қабатқа минералдануы басқа бұрғылау ерітіндісінің қосымша енуіне байланысты болуы мүмкін.

Егер, $c_o < c_v$ болса, онда су қаныққан қабаттарда КС өседі, ал мұнай қаныққан қабаттарда керісінше азаяды.

Қабат үстінде үш қабатты БКЗ немесе ВИКИЗ қисықтары тір-келсе – бұл ену белдемінің барлығының дәлелі, яғни қабаттың коллекторлық қасиетін көрсетеді.

Коллектордың тағы бір белгісі – МЗ диаграммасындағы Δr_k -ның оң таңбалы өсімшесі болуында.

Қосымша белгілер: аралық уақыттың өсуі және НГК көрсеткішінің төмендеуі, ұңғыма диаметрінің сазды қабыршақ пайда болуына байланысты азаюы болып саналады.

Дегенмен, сазды қабыршақтың болуы қабаттың коллектор болуының нақты дәлелі емес. С.Г.Коморовтың пікірінше, жоғары сапалы бұрғылау ерітіндісімен бұрғыланған ұңғымада коллектор қабаты қарсысындағы сазды қабыршақ аз болуы ықтимал. Кейбір кезде, тығыз таужыныстар қарсысында да сазды қабыршақ пайда болады.

Енді, әр түрлі коллекторларды жіктеудің ерекшеліктеріне тоқталайық.

Терригендік түзілімдердің түйіралалық коллекторлары, әдетте, жоғары кеуектілігімен ($K_{\text{п}} > 15\%$) және егер, $c_o < c_b$ болған жағдайда келесі белгілермен сипатталады: микрозонд диаграммасында $\Delta\rho_k > 0$ және ПС теріс таңбалы аномалиямен ерекшелінеді.

Егер, $c_o > c_b$ болған жағдайда, көрініс керісінше – коллектор үстінде оң таңбалы аномалия болады. ПС өрісінің сипатын ли-тологиясы белгілі қабаттың үстінде жүргізілген өлшеу нәтижесі арқылы тексеруге болады.

Егер $c_o \approx c_b$ болса, ПС қисығы коллекторды бөліп көрсете алмайды. Мұндайда ГК диаграммасын пайдалану қажет – онда коллектор қарсысында сазға қарағанда төмен болады.

Жақсы нәтижені ядролық-магниттік каротаж (ЯМК) береді. Бос флюид индексі қисығында (ИСФ) коллектор жоғарғы көрсеткішпен сипатталады.

Сазды коллекторлар қиын жіктеледі, олардың үстінде ПС амп-литудасы, МЗ және $\Delta\rho_k$ төмен, ГК көрсеткішінің төмендеуі де аз. Мұндай коллекторларды жіктеу үшін ҰГЗ-ның барлық әдістерін жан-жақты сандық талдау қажет.

Карбонаттық түзілімдердің түйіралалық коллекторлары кеуектілігінің аздығымен ($K_{\text{п}} = 10-20\%$) сипатталады, бірақ саздылығы терригендікке қарағанда әлдеқайда аз.

Каротаж диаграммаларында олардың белгісі терригендік коллекторларға ұқсас.

Мұндай коллекторларды жіктеу үшін, алдымен қимадағы саз-ды таужыныстар (саздар, сазтастар, сазды әктастар) ПС-тың оң таңбалы, ГК және ΔT -ның жоғары, КС-тың төменгі көрсеткіші-мен белгіленеді. Қалған саз емес таужыныстарды МЗ, НГК және АК көмегімен кеуекті (ықтималды коллектор) және аз кеуектілер-ге бөледі.

Жарықшақты коллекторлардың барлық түрі де каротаждық диаграмма ларда айқын ерекшеленбейді. Мұның себебі олардың кеуектілігінің аздығынан, сондықтан ҰГЗ диаграммаларында олар тығыз таужыныстар ретінде тіркеледі. Мұндай коллекторларды жіктеу үшін барлық деректерді сандық талдаудан өткізу қажет.

Кейбір жағдайларда акустикалық каротаж (ΔT -ның көбеюі) және ГГК-П (тығыздықтың азаюы) әдістері оңтайлы нәтижелер беруі ықтимал.

Мұндай коллекторларды жіктеу үшін арнайы әдістемелер бар, мәселен, «каротаж-әсер-каротаж». Бұл әдістеме төмендегі құбы-лысқа негізделген. Ұңғымадағы қабаттарға бұрғылау ерітіндісінен және қабаттық флюидтерден қасиеттері өзгеше (магниттік, тығыздылық, ядролық) белгілі бір сұйықпен әсер етеді. Содан кейін осы әсердің нәтижесін каротаждық диаграммаларда (әсерге дейінгі және әсерден кейінгі) табады.

Әдетте, мұндай әсер коллекторлық қабаттарда айқын көрінетін болады.

Келешекте, жарықшақты коллекторларды жіктеуде оң нәтиже ұңғыма лық гравиметриялық өлшеулер беруі мүмкін. Олардың көмегімен ірі көлемді таужыныстардың орташа тығыздығын есептеп, ол арқылы коллекторлық қабаттарды табуға болады.

Бақылау сұрақтары

1. Коллекторлар дегеніміз не ?
2. Коллекторлардың түрлері?
3. Кеуектілік дегеніміз не?
4. Өткізгіштік деген не?
5. Жарықшақты, жарықшақ-куысты және жарықшақ-карсты коллекторлар қай кезде кездеседі?

Сабақ 13

Тақырыбы: Литологиялық қима құру

Жоспар:

1. Ұңғыма қимасын литологиялық жіктеу
2. Құмтас-сазды қима
3. Карбонаттық қима

Таужыныс құрамы бойынша ұңғыма ашқан геологиялық қи-маны жіктеу және алдын-ала литологиялық бағананы (колонканы) жасау – бұл оперативті геофизикалық интерпретациялаудың басты міндеті.

Бұл мәселеге кірісудің алдында әрбір әдіс бойынша алынған диаграмма лар тереңдігі бойынша бір-бірімен үйлестіріледі. Ол үшін каротаждық диаграммада өзіндік ерекшеліктерімен сипат-талатын қабат алынады. Литологиялық жіктеудің оңтайлы шеші-мі геологиялық қиманың түріне байланысты болады.

Құмтас-сазды қима. Әдетте, құмтас-сазды (терригендік) қи-ма құм, құмтас, саз, сазды құмтас, құмайттастан тұрады. Оның құрамында конгломерат, сазды тақтатас, сазтас (аргиллит), мергель сирек кездеседі.

Мұндай қималар тұщы су ерітіндісімен бұрғыланады, яғни бұрғылау ерітін дісінің минералдануы c_0 қабат тық су минералдануынан c_b аз бола ды, сондықтан да $\rho_0 > \rho_b$. Мұндай жағдай ПС-тың «тура өрісі» туындауына ж әне микрозонд диаграмма-сында $\Delta\rho_k$ -ның оң өсімшесінің пайда болуына мүмкіндік жа-сайды.

Құмтас-сазды қиманың басты литологиялық айырымдарын қысқаша сипаттайық.

Саздар және сазды таужыныстары ПС-тың оң таңбалы ано-малияларымен; ең төмен КС (2-ден 20 Ом м-ге дейін) мәнімен сипатталады; $\rho_k^{МГЗ} \approx \rho_k^{МПЗ}$; табиғи радиобелсенділік жоғары; НГК-60 диаграммасында ең төмен көрсеткіш; АК диаграммасында аралық уақыт мөлшері жоғары ($\Delta T = 300-500 \frac{мкс}{м}$); ұңғыманың нақты диаметрі кесімді диаметрге қарағанда үлкейеді.

Саздың көрінерлік кедергісі оның іріктелуігіне байланысты, олар теңіз, тереңсулы саздар үшін төмен, ал континенттік саздар үшін біршама жоғары.

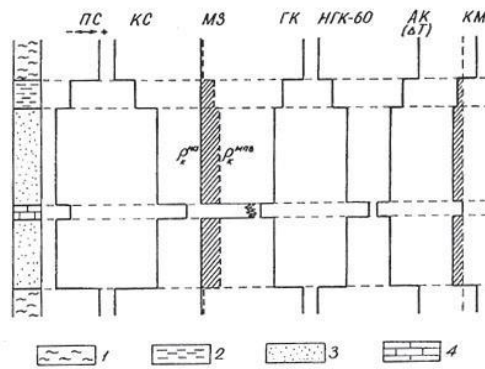
Құмтастар мен құмайттастар ПС диаграммаларында теріс таңбалы; КС мәні жоғары (бірден жүздеген Ом м-ге дейін); мик-розондтар диаграммасында $\Delta\rho_k$ оң таңбалы; ГК және НГК диаг-раммаларында аралық мәндерімен сипатталады; АК бойынша

аралық уақыты төмен (құмтастарда $\Delta T = 175-330 \frac{мкс}{м}$, құмайт-мкс^м тастарда – 200-275 м); кавернограмма ұңғыма диаметрінің кішіреюін көрсетеді.

Құмтас пен құмайттастардағы КС олардың тығыздығы мен кеуектілігіне, кеуектердің қанығу сипатына, цементтің құрамы мен ондағы сазды материалдың қоспасына байланысты жоғары шектерде өзгереді.

Құмайттастар құмтас сияқты белгілермен сипатталғанымен, олардан анық түрімен білінеді.

7.1 суретте шартты құмтас-сазды қима және оларға сәйкес ка-ротаждық диаграммалар көрсетілген.

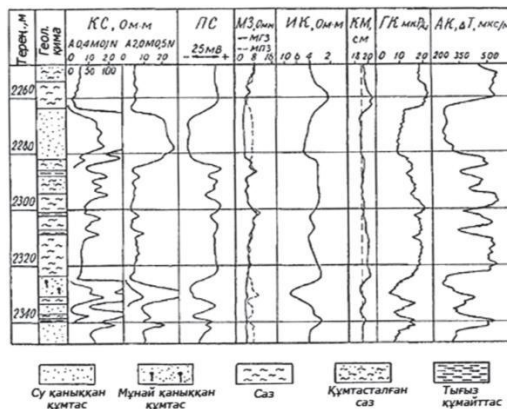


7.1 сурет

ҰГЗ әдістері бойынша құмтас-сазды қиманы литологиялық жіктеу:

1 – саз; 2 – құмайтас; 3 – құмтас; 4 – әктас

7.2 суретте мұнай кенорнындағы құмтас-сазды қима үстіндегі жүргізілген ҰГЗ әдістерінің нәтижесі көрсетілген. Қима саз, құм-тас және құмайтас қабаттарының алмасып орналасуымен сипатталады. Саздар оң таңбалы ПС аномалиясымен (30 мВ-қа дейін); төменгі мәнді КС көрсеткіштерімен (6-7 Ом·м-ге дейін); микрозо-ндтар диаграммасында $\Delta\rho_k$ -ның оң таңбалы өсімшесінің жоқтығымен, ГК және ΔT диаграммаларында жоғары мәндерімен сипатталады. Мәселен, 2254,0-2263,5 м және 2307,5-2323,5 м аралығындағы қабаттарды саздың айқын мысалы ретінде қарастыруға болады.



7.2 сурет

Құмтас-сазды қиманың каротаж диаграммалары көмегімен жіктеу мысалы.

Тығыз құмайтастардың қабатшалары (2286, 2302, 2339 м) ПС диаграммасында кішігірім теріс таңбалы аномалиямен және 15 Ом·м-ге дейінгі КС көрсеткішімен сипатталады. Құмтастарға МЗ диаграммасында оң таңбалы $\Delta\rho_k$ өсімшесі, ПС-тің теріс таңбалы аномалиясы, КС-тың 75 Ом·м-ге дейінгі жоғары көрсеткіші сәйкес келеді. Осылай, 2263,5-2330,5 м аралығындағы су қаныққан және 2323,0-2330,5 м аралығындағы мұнай қаныққан құмтас табылған. Мұнай қаныққан құмтасқа индукциялық каротаж диаграммасында жоғары көрсеткіш сәйкес келеді. КС диаграммасында су және мұнай қаныққан құмтас-тар айтарлықтай бір-бірінен ажырамайды, өйткені КС көрсеткішіне бұрғылау ерітіндісінің ену белдемінің кедергісі әсер етеді.

Құмтас-сазды қиманы жіктеу үшін МЗ, ПС және КС басты ҰГЗ әдістері қатарына, ал ГК, НГК, АК КМ қосымша әдістер қатарына жатады.

Карбонаттық қима. Карбонаттық қима, әдетте, әктастар мен доломиттердің түрлерінен (тығыз және берік, кеуекті және жа-рықшақта, сазды және т.б.) тұрады. Қимада гипс, ангидрит, тас тұзы сирек кездеседі.

Карбонаттық қиманы жіктеу – құмтас-сазды қиманы жіктеуге қарағанда күрделі болады.

ҰГЗ әдістері көмегімен карбонаттық қимада кездесетін бор-пылдақ, кеуектілігі жоғары әктастарды, әктас-бақалшақтастарды тығыз кристалданған және кремнийленген әктастардан айыруға болады.

7.3 суретте әр түрлі қаныққан тығыз және кеуекті әктастары бар карбонаттық қатқабат қимасы және оларға сәйкес келетін схемалық диаграммалар көрсетілген.

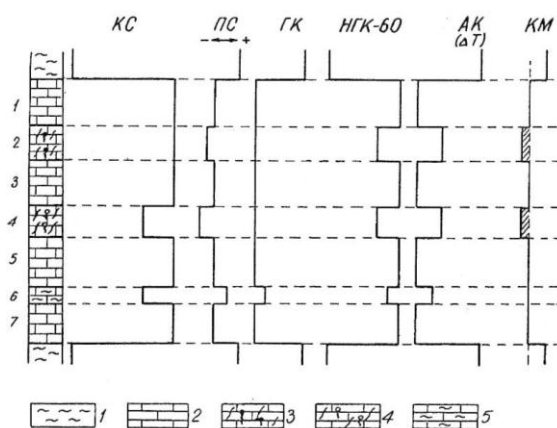
КС диаграммасында карбонаттық қатқабаттар жоғары кедергілігімен сипатталады (жүзден мыңға, тіпті ондаған мыңға Омм-ге дейін). Борпылдақ, қуысты әктастар КС-тың төменгі көрсеткішімен сипатталады. Мұнай-газ қаныққан жағдайда (ал кеуекті әктастар мұнай-газ қаныққан болуы ықтимал), олардың кедергісі тығыз әктастардың кедергісімен шамалас болады. 7.3 суретте 2-ші қабат осының мысалы болады.

ПС диаграммасында карбонаттық таужыныстар саз арасында теріс таңбалы аномалиясымен сипатталады.

Аномалия амплитудасы кеуектілігі көбейген сайын өседі (2-ші және 4-ші қабаттар), ал саздылығы көбейген сайын азаяды (6-шы қабат). Жалпы алғанда ПС диаграммасы карбонаттық қима үстінде нашар жіктеледі.

Микрозондтар, тек кеуектілігі жоғары болғанда ғана $\Delta\rho_k$ өсім-шесі оң таңбалы белдем құрайды, ал басқа жағдайларда олардың диаграммасы тиімді мәліметтер бермейді.

ГК диаграммалары карбонаттық қатқабаттар үстінде табиғи радиобелсенділігі төмендігімен сипатталады (2-3 мкР/сағат), тек саздылығы өскен сайын аздап көбейеді (6-шы қабат).



7.3 сурет ҰГЗ әдістері бойынша карбонаттық қиманы литологиялық жіктеу: 1– саз; 2- тығыз әктас; 3- жарықшақты мұнай қаныққан әктас; 4- жарықшақты су қаныққан әктас; 5- сазды әктас

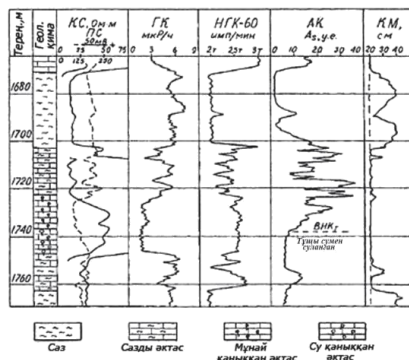
НГК- 60 диаграммаларында карбонаттық таужыныстары I_{ny} көрсеткішінің жоғары мәнімен сипатталады, өйткені олардың құрамында сутегі мөлшері аз (1,3,5,7 қабаттары). Қуысты және кеуекті таужыныстарында I_{ny} көрсеткіші айтарлықтай төмендейді, осыған байланысты оларды тығыз таужыныстар арасында бөлуге болады. Мысал ретінде 2-ші қабатты айтуға болады, бұл қабат КС диаграммасында өзінің мұнай қанықтылығымен жіктелмейді.

Акустикалық каротаж бүкіл карбонаттық қатқабатты өзінің аралық уақыт көрсеткішінің төмен мәнімен ($\Delta T=140-250 \frac{mкс}{m}$) және өз ішіндегі барлық кеуекті және жарықшақты қабаттарды жоғарғы ΔT мәнімен (қанықтылық сипатына тәуелсіз) анық бөледі.

Кавернограмметрия бойынша тығыз әктастарға ұңғыманың нақты диаметрі өзінің номиналды мөлшерімен бірдей белдем-дерге сәйкес келеді.

Сонымен, карбонаттық қиманы жіктеу үшін басты әдістер қа-тарына КС,НГК және АК; ал қосымша әдістер қатарына ПС, ГК және КМ әдістері жатады.

7.4 суретте Ромашка кен орнындағы карбонаттық қиманы жік-теу мысалы келтірілген.



7.4 сурет

Кешенді каротаж диаграммалары бойынша карбонатты қиманы жіктеу мысалы (Ромашка кен орны).

Суретте, 1703,0-1762,5 м аралығында карбонатты қабат саз қабаттары арасында орналасқан. Қабаттың жоғарғы бөлігінде 1722,4 м белгіге дейін сазды әктастар бөлінеді. Оларға кішігірім ПС аномалиясы (20 мВ-қа дейін) және айтарлықтай КС аномалиясы (100 Ом) сәйкес келеді. 1722,4 м-ден 1736,5 м-ге дейін мұнай қаныққан әктастар сәйкес келеді, оларға қарқынды ПС аномалиясы (-70 мВ-қа дейін), жоғары КС аномалиясы (260 Ом-ге дейін) және жоғары көрсеткішті НГК -60 аномалиясы сәйкес келеді. Ұңғыманы 1,5 жыл пайда ланғаннан кейін акустикалық каротаж жүргізілген, оның нәтижесінде A_s -көлденең толқын амплитудасының төменгі мәні бойынша қабатқа ұңғымадан тұщы су-дың қарқынды сіңуі анықталған. Сол кезеңдегі су-мұнай жапса-ры 1738,0 м тереңдікте орналасқан.

Бақылау сұрақтары

1. Карбонаттық қима?
2. Кавернометрия диаграммасында мәндер қандай болады?
3. Микрозондтар диаграммасында мәндер қандай болады?

Қимада геологиялық шартты белгілерімен репер қабаттар бөлінеді. Қима каротажда қабылданған тереңдік масштабында тұрғызылады (әдетте, 1:500). Типтік қима тұрғызылған ұңғыма тектоникалық тұрғыдан күрделі болмауы керек. Қалыпты (нормальный) қима тұрғызу үшін қабаттың нақты қалыңдығы (көгерлік қалыңдығы емес) пайдаланылады, бұл оның типтік қимадан айрықшалығы. Оны типтік қима деректері бойынша тұрғызуға болады. Ол үшін типтік қимада алынған көгерлік қалыңдықты ұңғыма мен қабаттың кездесу бұрышының синусына көбейтеді.

Егер, кенорнының геологиялық құрылысы оның литологиясы мен қабат қалыңдығының тез өзгеруімен сипатталатын болса, онда жиынтық (сводный) қима тұрғызылады. Жиынтық геологиялық-геофизикалық қиманы тұрғызу барысында бағананы (колонканы) бірнеше ұңғымадан, ал каротаждық диаграммалар – бір ұңғымадан алынады.

Ұңғыма қима ларын сәйкестендіру және профильдік геологиялық-геофизикалық қималар тұрғызу. Ұңғыма қималарын сәйкестендіру кенорнының геологиялық құрылысын зерттеуде аса маңызды роль атқарады. Сәйкестендіру үшін сапалы диаграммаларды алып, оларға кернді зерттеу нәтижелері салынады. Әр түрлі ұңғымалардан алынған диаграммалар масштабы бірдей болуы керек.

Сәйкестендірудің негізгі мақсаты – репер-қабаттарды бөліп көрсету және олардың әр түрлі ұңғымадағы тереңдігін анықтау.

Репер ретінде төмендегі екі талапты қанағаттандыратын қабаттар алынады: біріншіден, олар каротаждық диаграммаларда ерекше аномалияларымен сипатталуы керек, екіншіден, – үлкен аумақта білінуі қажет.

Мәселен, жақсы репер ретінде карбонаттық түзілімдер арасында кездесетін құмтас-сазды қабаттар, немесе терригендік тау-жыныстар арасындағы әктастарды айтуға болады.

Көпшілік жағдайда каротаж деректері бойынша, геологиялық мәліметтермен бөлінбейтін реперлерді бөлуге болады.

Сәйкестендіру барысында, сызбаға каротаждық диаграммаларды бірінен соң бірін (ұңғымалардың орналасу заңдылығы бойынша) түсіру арқылы және оларда бөлінген репер-қабаттар шекараларын бір-бірімен қосу арқылы корреляциялық схемалар тұрғызылады. Схеманы тұрғызу барысында, белгілі бір репердің беткейіне сәйкес келетін белгіні бір көлбеу сызыққа орналастырады.

Осылай тұрғызылған корреляциялық схема әрбір гори зонттың сақталу дәрежесін бағалауға, тектоникалық бұзылыстар мен үзіліссіз құрылымдарды табуға, трансгрессиялық басылуды анықтауға және т.б. мүмкіндіктер береді.

Профильдік қималар кенорнының тік бағыттағы геологиялық құрылысын көрсетеді. Мұндай қималарды тау-жыныстың созылымы бойымен және оған перпендикуляр бағыттарда тұрғызады. Қиманы тұрғызу үшін профиль бойында (қима жазықтығында) жатпайтын ұңғымаларды да пайдалануға болады, оларды тау-жыныс созылым бағыты бойымен профильге түсіреді. Қиманың тік масштабы, көлбеу масштабқа қарағанда ірі болады. Ұңғыманың оқпаны бойымен стандартты каротаж диаграммалары түсіріледі.

1. Ұңғыманы корреляциялау дегеніміз не?
 2. Корреляциялау қалай жүргізіледі?
- Ұңғыманы корреляциялау үшін қандай факторлар қажет?

Сабақ 15

Тақырыбы: Коллекторлардың мұнай-газға қанықтығын анықтау

Жоспары:

1. Коллекторлардың мұнай-газға қанықтығын анықтау

Мұнай және газ алып отырған көлемнің коллектордың $V_{нг}$ барлық порттарының көлеміне $V_{пор}$ қатынасына тең мұнай-газ жабдықтау коэффициентімен сипатталады:

$$K_{нг} = \frac{V_{нг}}{V_{пор}} \quad (21.1)$$

Мұнай мен газбен қамтылмаған ЖҰЖ қалған бөлігі сумен толтырылады, сондықтан

$$K_{нг} + K_{г} = 1. \quad (21.2)$$

Бұл ретте K_v жиынтық су құрамын, яғни молекулалық ілініс күштерімен жыныстың минералды қаңқасының бетіне байланысты және еркін су құрамын сипаттайды. Байланысты судың құрамы $K_{в0}$ қалдық су қанығу коэффициентімен анықталады, ол сондай-ақ азаймайтын су қанығу коэффициенті деп аталады. Осылайша, жыныстағы судың мөлшері $K_{в0}$ -дан кем болмауы керек. Керн үлгілері бойынша кг және K_v анықтау сенімді бола алмайды, өйткені бұрғылау барысында керн бұрғылау ерітіндісінің сүзгішімен сіңеді. Оларды пайдалану бұрғылаудың қымбаттауына әкеп соқтыратын және каротажды орындауды қиындататын Мұнай негізіндегі ерітіндіні (РНО) сүзгілемейтін әк-битум ерітіндісін қолдана отырып Ұңғымаларды бұрғылау жағдайында ғана анықтауға болады.

Осы себепті коллекторлардың мұнай-газға қанығуын анықтау кезінде геофизикалық әдістерге үлкен мән беріледі.

Ең қарапайым жағдайларда жыныстың тесіктерін қанықтыратын флюидтің құрамы мен мөлшерін қабаттардың УЭС бойынша анықтауға болады, өйткені сулы қабаттардың төмен, ал мұнай және газға қанықпаған қабаттардың жоғары кедергісі болады. Алайда, қабаттың уэж абсолюттік мәндері әлі де объективті сипат бермейді, өйткені олар тек $K_{нг}$ және K_v ғана емес, сонымен қатар қабаттың литологиясына және оның кеуектілігіне байланысты.

Қабаттардың мұнай-газға қанығуы туралы қорытынды Q кедергісін арттыру коэффициенті бойынша жасалады, ол рнг мұнай қанықпаған қабатының кедергісі сол қабаттың кедергісінен 100% сумен қанығуы кезінде қанша есе көп екенін көрсетеді

$$Q = \frac{\rho_{нг}}{\rho_{гн}} \quad (21.3)$$

Q Мен K_v арасында кері дала тәуелділігі бар:

$$Q = \frac{1}{K_v^n}$$

мұнда $N = 1,73-4,33$ судың литологиясы мен қасиеттеріне байланысты.

Құм-сазды және карбонатты жыныстар үшін бұл тәуелділік сур. 21.1. Бұл графиктер бойынша, егер r_{ng} және r_v белгілі болса, Кинг және K_v табуға болады.

r_g мұнай-газға қаныққан қабатының кедергісі БКЗ, ИК, ВИКИЗ немесе БК нәтижелері бойынша анықталуы мүмкін.

r_{vp} су қаныққан қабатының кедергісін сол әдістермен анықтауға болады, бірақ қабаттың коллекторлық қасиеттерінің өзгермейтін жағдайында осы қабатты мұнай құятын контурдан тыс кесіп өтетін басқа да ұңғымаларда.

r_{vp} сондай-ақ, егер r кеуектілік параметрі мен қабаттарды қанықтыратын қабаттық сулардың R_v кедергісі белгілі болса есептеуге болады.

r_p мәнін микрозондтармен өлшеу нәтижелері бойынша, ал r_v - КС диаграммалары бойынша анықтауға болады.

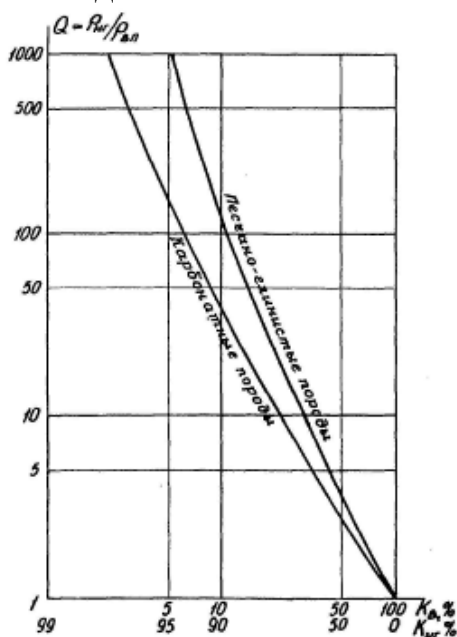
$Q > 1$ жоғары мәндер қабаттың ішінде мұнайдың немесе газдың бар екендігін көрсетеді.

Q коэффициенті, сондай - ақ Кнг сияқты мұнай немесе газға қанықтырылуын сипаттайды, бірақ мұнай немесе газға қабаттың мұнай немесе газ беру қабілетін түсінетін мұнай немесе газға қанықтығы емес.

Газ немесе мұнай бере алатын $Q_{кр}$ "сыни мәндер" деп аталатын $Q_{кр}$ бар. Бұл мәндер әртүрлі литология қабаттары үшін бірдей емес.

Провинцияның таза құм-алевролит қабаттары үшін $Q_{кр} = 10$; $Q < 4$ қабаттардан тек су алуға болады. Полимиктік құмды коллекторлар үшін $Q_{кр} = 4$.

Коллекторда сазды материал көп болған сайын, қабат мұнай бере алатын Кинг мәні соғұрлым аз болады. Мәселен, мысалы, сазды құмтастардан мұнайды $K_{н2} \geq 30\%$ жағдайында ала аламыз, ал карбонатты коллекторлардан мұнайды $K_{н2} \geq 60\%$ тек кезде ғана алуға болады. Бұл балшықтың ұлғаюымен байланысты судың мөлшері өсуімен түсіндіріледі, ал мұнайдың қозғалуына сазбалшық әсер етпейді.



21.1 сурет-Q коллекторлары кедергісінің ұлғаю коэффициентінің олардың мұнай-газға қанықтырылуына тәуелділігі

Бакылау сұрақтары

1. Беріңіз коэффициентін анықтау нефтегазонасыщенности.
2. Қр коэффициенті қандай аралықта өзгеруі мүмкін нефтегазонасыщенности?
3. Суға қанығу коэффициенті қандай шектерде өзгеруі мүмкін?
4. Қандай қабаттар жоғары УЭС бар-мұнайға қанықпаған немесе суға қанықпаған? Неліктен?
5. Оның УЭС бойынша қабаттағы мұнай құрамын сандық бағалауға бола ма?
6. "Кедергіні арттыру коэффициенті" дегеніміз не?
7. Су қанығу коэффициентімен кедергіні арттыру коэффициенті қалай байланысты?
8. Қкр "сыни мәні" деген не

Сабак № 16

Сабак тақырыбы: ГК қисықтарын өндеу.

Жоспар

1. Сандық және сапалық интерпретация
2. Қабат қалыңдығын анықтау
3. Радиобелсенді элемент мөлшерін (U) анықтау
4. Түзетулер енгізу

ГК диаграммасын *сапалық* интерпретациялау деп ұңғыма ашқан қиманы таужыныстың радиобелсенділік деңгейі бойынша литологиялық жіктеуді айтады. Жалпы алғанда, таужыныстың радиобелсенділігін текқана ГК диаграммасы бойынша нақты анықтау мүмкін емес. Ол үшін радиобелсенді каротаждың басқада түрлерін (КС, ПС, НГК, АК жә не т.б.) пайдалану қажет.

ГК әдісі уран рудасы немесе калий тұздары сияқты табиғи радиобелсенді элемент терді іздеуде және барлауда тиімді болып саналады.

ГК диаграммасын *сандық* интерпретациялау нәтижесінде радиобелсенді таужыныстардың қорын есептеуге қажетті мағлұматтар (рудалық интервал дардың қалыңдығы және ондағы радионуклидтер мөлшері) анықталады. Бұл салада ГК кернді сынамауға қарағанда нақты нәтижелер береді. ГК диаграммасын сандық интерпретациялау табылған аномалия ауданының S радиобелсенді интервалдар қалыңдығы h мен ондағы радиобелсенді элементтердің мөлшері q арасындағы байланысқа негізделген.

$$S = K_0 \cdot q \cdot h$$

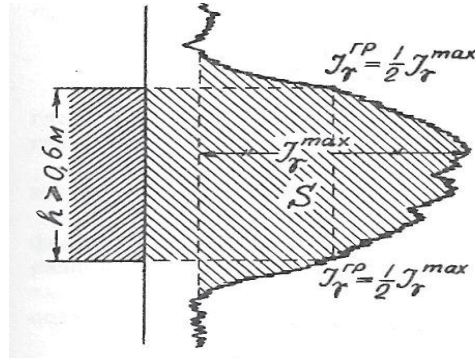
мұнда K_0 – қаныққан қалыңдық пен сипатталатын қабаттың

γ-сәулелену қарқындылығы және оның құрамындағы радиобелсенді элементтің арасындағы байланысты көрсететін пропорционалдық коэффициент. Коэффициент K_0 детектордың түрі мен мөлшеріне және руданың тығыздығымен зэф (зэф- ортаның тиімді атомдық номері) параметрімен байланысты. Бұл аталған барлық параметрлердің әсерін анықтау қиынға түседі, сондықтан, K_0 коэффициентін тәжірибе барысында (радионуклид мөлшері бел-гілі қабат моделін пайдалану арқылы) анықтайды. Мәселен, гидрогендік уран рудасы мен МС-13 санауышы үшін $K_0=115$ мкР/ч (0,01% U).

Қабат қалыңдығын анықтау. Рудалық интервал қалыңдығын анықтау үшін әр түрлі тәсілдер қолданады : $\frac{1}{2}I\gamma \text{ max}$ $\frac{4}{5} I\gamma \text{ max}$ белгілі қарқындылықпен және т.б. Тәсілдің қажетті түрін пайдалану рудалану біркелкілігіне, руда қалыңдығына және басқада параметрлерге байланысты.

3.4 суретте $\frac{1}{2}I\gamma \text{ max}$ тәсілімен анықталған мысал келтірілген.

Аномалия амплитудасы $I\gamma \text{ max}$ сыйыстырушы таужыныстың γ -фоннан есептелінеді (жабынды және жатын таужыныстары көр-сеткіштерінің айырымы арқылы).



3.4 сурет

ГК диаграммасы бойынша қалың қабат жапсарларын және аномалия ауданын анықтау

Радиобелсенді элемент мөлшерін (U) анықтау аномалияның барлық түрлеріне бірдей, төмендегі формуламен анықталады.

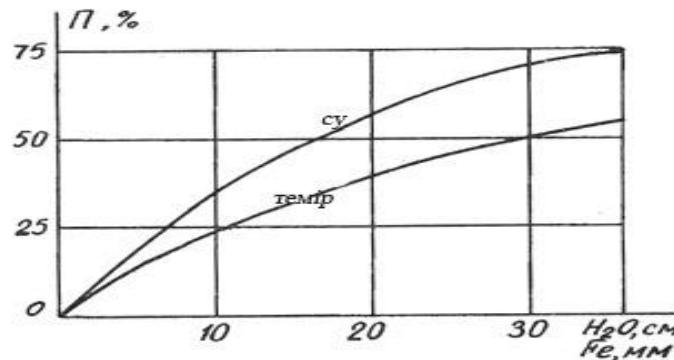
$$Q = \frac{s}{100k0h} \%$$

мұнда h — интервал қалыңдығы, м.

Ауданның мөлшері S (см·мкР/ч) 3.4 суретте келтірілгендей ГК қисығы мен тереңдік өсі және қабат жапсарлары құрайтын контур бойынша есептелінеді.

Түзетулер енгізу. Табиғи радиобелсенді элементтердің мөлшерін анықтау үшін, алдымен, γ -кванттардың қанша бөлігі бұрғылау ерітіндісі мен шегендеу құбырында (егер болса) сіңуін білу қажет.

Бұрғылау ерітіндісі Пб.р. мен шегендеу құбырында сіңу Птр процестері үшін түзетулер бір номограммамен (3.5 сурет) анықталады. Номограммада екі қисық сызық бар: біріншісі – ерітінді(су), екіншісі – темір (шегендеу құбыры) үшін.



3.5 сурет

Суда және шегендеу құбырында сіңген γ -кванттар үшін түзетулерді енгізу номограммасы

Түзетілген аудан төмендегі формула арқылы есептелінеді:

$$S_{испр} = \frac{s \cdot 10^4}{(100 - P_{бр})(100 - P_{тр})}$$

мұнда Пб.р. и Птр. – бұрғылау ерітіндісі мен шегендеу құбырында сіңген γ -кванттардың сәулелену үлесі (пайызбен). Бұл көрсеткіштер номограммадан ұңғыманың және ұңғымалық ГК аспаптың, шегендеу құбырының диаметрлер айырымы арқылы есептелінеді. ГК бойынша U-ды анықтау үшін уран мен радий арасындағы радиобелсенді тепе-теңдік үшін қосымша түзету енгізу керек. Өйткені, уранның өзі γ -квант бермейді, ал барлық γ -сәулелену радий және оның өнімдерінен тарайды. Радиобелсенді тепе-теңдікті руда құрамындағы U мен Ra мөлшеріне байланысты, ал оны

кернді зертханалық зерттеу нәтижесінде табады. Тепе-теңдіктегі рудада радий мөлшері уранға қарағанда $3,4 \cdot 10^7$ есе кем. Ал, тепе-теңдігі жоқ рудада $K_{pp} = \frac{q_{Ra}}{q_{U, 3,4 \cdot 10^7}}$.

Радиобелсенді тепе-теңдікті түзету нәтижесінде U мөлшері:

$$q_{испр} = \frac{q}{K_{pp}}$$

ГК диаграммасын сапалы интерпретациялаудың нәтижесі – уран рудасы мен калий тұзы кенорындарының қорын есептеудің негізі болып саналады.

Бақылау сұрақтары

4. Сапалық интерпретация дегеніміз не?
5. Сандық интерпретациялау кезінде қандай мағлұмат ала аламыз?
6. Қабат қалыңдығы қалай анықталады?
7. Радиобелсенді элемент мөлшерін қалай анықтаймыз?
8. Анамоля ауданын есептеуге арналған формуланы жаз.

Сабак № 17

Сабак тақырыбы: Саздылық коэффициентін анықтау.

Жоспар

1. Саздылық коэффициентін анықтау

Коллектордың саздылығы көлемдік немесе салмақтық коэффициентімен $C_{гл}, \%$ сипатталады. ГК бойынша саздылықты анықтау, шөгінді таужыныстың радиобелсенділігімен оның саздылығы арасындағы байланысқа негізделген.

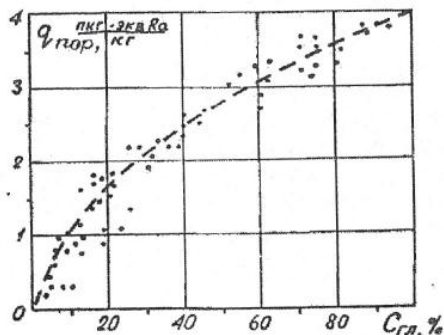
Шөгінді таужыныстың жалпы радиобелсенділігін $q_{пор}$ келесі формуламен өрнектеуге болады:

$$q_{пор} = (1 - C_{гл}) \cdot q_{ск} + C_{гл} \cdot q_{гл} \quad (2.1)$$

мұнда $q_{ск}$ және $q_{гл}$ – таужыныс және саз минералдық қаңқасының меншікті радиобелсенділігі.

Формуласынан мынаны көруге болады: $q_{ск}$ және $q_{гл}$ таужыныс саздылығына тәуелді болмаса, онда $q_{пор} = f(C_{гл})$ арасындағы байланыс тура немесе сызықтық болады.

Дегенмен, саз құрамындағы жұқа дисперсиялық фракциялар өзіне радиобелсенді элементтерді сіңіріп, таужыныстың жалпы саздылығымен өзара байланыста болып, Сгл коэффициентіне байланысты өзгереді. Нәтижесінде, саз құрамы көбейген сайын қгл белсенділігі көбейеді. Ал, $q_{\text{пор}} = f(\text{Сгл})$ арасындағы байланыс тура емес, әр кенорны немесе аудан үшін әртүрлі болады.

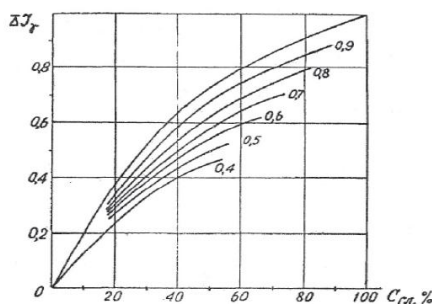


Сурет 2.1 Құмтас-сазды таужынысы γ -белсенділігінің оның саздылықтан тәуелділігі

ГК деректері бойынша Сгл мәнін осы графикпен анықтау үшін, Сгл мәні таужыныстың радиобелсенділік бірлігімен сипатталу керек. Егер мұндай өзгерту мүмкін болмаса, саздылықты анықтау үшін басқа тәсіл қолданылады:

$$\Delta J_{\gamma} = \frac{J_{\gamma}^x - J_{\gamma}^{\min}}{J_{\gamma}^{\max} - J_{\gamma}^{\min}} \quad 2.2$$

шамалары коллектор-қабат үстінде (), Сгл=0-ге тең кварц-құмтас немесе әктас үстінде () және сазды қабат үстінде () тіркелген қарқындылыққа сәйкес келеді. Бұл аталған шамаларды 2.2 формуласына қояр алдында бұрғылау ерітіндісінде және шеген құбырындағы γ -сәулелену үшін түзету енгізу қажет. ΔJ_{γ} мен Сгл арасындағы байланыс 2.2 суретінде көрсетілген.



Сурет 2.2 ΔJ_{γ} мен Сгл арасындағы байланыс. Сызықтардың белгісі – тірек қабаттың Сгл мәні.

Бақылау сұрақтары

1. Саздылық коэффициенті қалай анықталады?
2. Шөгінді таужыныстың жалпы радиобелсенділігін қандай формуламен өрнектеуге болады?
3. Саздылықты анықтайтын формуланы жаз.

Сабақ № 18

Сабақ тақырыбы: ГГК қисықтарын өңдеу

Жоспар:

1. Тығыздық гамма-гамма картаж (ГГК-П)

2. Селективтік гамма-гамма каротаж (ГГК-С)

ГГК-П таужыныста γ -квант тардың комптондық шашырауын зерттеуге негізделген. Бұл эффект γ -кванттың энергиясы жоғары болғанда байқалады, сондықтан, ГГК-П тәсілінде энергиясы $E\gamma > 0,5$ МэВ γ -кванттар көзі қолданылады. Мұндай энергия көзі 144 болып Co60 ($E\gamma = 1,17$ МэВ және $1,33$ МэВ), Cs137 ($E\gamma = 0,66$ МэВ) және энергиясы $0,35$ -тен $1,76$ МэВ-қа дейін γ -квант тартарататын табиғи радиобелсенді элемент 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 коллектордың кеуектілігін анықтау үшін пайдаланылады. Өйткені, таужыныс тығыздығы σ_p мен кеуектілік коэффициенті $KП$ өзара төмендегідей функционалдық байланыста болады:

$$\sigma_p = (1 - KП) \cdot \sigma_{ск} + KП \cdot \sigma_{ж} \quad (3.1)$$

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

Жалпы алғанда, таужыныс тығыздығын σ_p ГГК-П тәсілімен анықтайды. Ол үшін аспапты тығыздығы белгілі таужыныс эталоны арқылы дәлдейді. Қазіргі аспаптар ГГК-П диаграммасын тығыздық өлшемімен жазылған диаграммаларды тіркеуге мүмкіндік береді. $KП$ мәні 3.1 формуласы арқылы анықталады.

ГГК-П тәсілі, сонымен қатар, ұңғыманы цементтеу барысында цемент құрамындағы кеуектің бар-жоғын және цементтің ұңғыма бойы мен көтерілуін анықтау үшін қолданылады. Өйткені, цемент тасының тығыздығы $1,8-2,2$ г/см³, ал кеуектерді толтыратын сұйықтың тығыздығы – $1,0-1,2$ г/см³-ге тең.

Көмір кенорындарында ГГК-П тәсілі көмір қабаттарын бөліп көрсету үшін пайдаланылады. Өйткені, көмір тығыздығы ($\sigma = 1,15-1,75$ г/см³) сыйыстырушы құмтас-сазды таужыныстарынан ($\sigma_{вм} = 2,5 - 2,7$ г/см³) әлде қайда жоғары болғандықтан, көмір интервалдары үстінде шашыраңқы γ -кванттың қарқындылығы жоғары (3.1 сурет).

Көмір қабаттарының шекарасы аномалияның жартылай максимумы ережесі бойынша анықталады.

Рудалық кенорындарында ГГК-П әдісі рудалық интервалдарды басқа әдістер мен бөліп көрсетуге болмайтын жағдайда қолданылады.

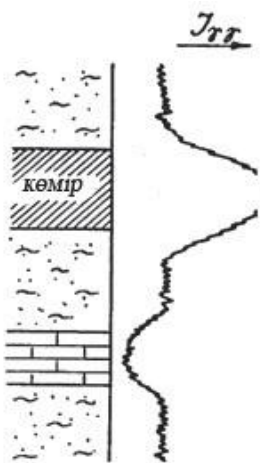
3.1 сурет. Тығыздықтары төмен (көмір) және жоғары (әктас) қабаттардың үстіндегі тығыздық гамма-гамма каротажы диаграммасындағы аномалиялар

ГГК-С таужыныста γ -кванттардың фотосіңуін зерттеуге негізделген. Бұл эффект, әдетте, энергиясы төмен γ -кванттарда кездеседі, сондықтан, ГГК-С әдісінде энергиясы $E\gamma < 0,5$ МэВ көздер қолданылады.

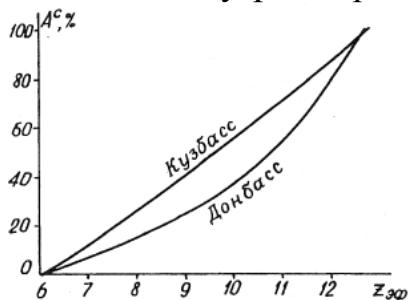
Мұндай γ -квант көздері ретінде жасанды радионуклидтер Sn119 ($E\gamma = 0,39$ МэВ), Se75 ($E\gamma = 0,27$ МэВ), Hg208 ($E\gamma = 0,28$ МэВ) пайдалыналады. Зонд ұзындығы $10-20$ см.

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

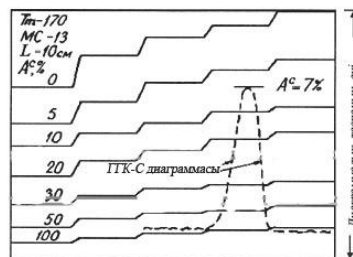
Көмір кенорындарында ГГК-С көмірдің күлділігін анықтау үшін жүргізіледі. Таза көмір көміртектен тұрады, оның тиімді атомдық номері $Z_{эф} \sim 6$. Қалдық күл аздап



темір тотығы бар кремнетотықтан (кремнеземнен) және алюмототықтан (глиноземнен) тұрады, оның $z\phi = 12-13$. Көмірдің күлділігі Ac мен $z\phi$ арасында, 3.2 суретте келтірілгендей функционалды байланыс бар. ГГК-С әдісі ортаның $z\phi$ параметрінің өзгерісіне өте сезімтал, сондықтан, әдіс нәтижесінде қазба көмірдің күлділігін анықтауға болады. Бұл әдісті практикаға енгізген проф. В. И. Уткин, ол Ac мәнін ГГК әдісі бойынша анықтау үшін арнайы палетка есептеген (3.3 сурет)



3.2



сурет.

3.3 сурет.

Әр түрлі көмір бассейні үшін есептелген $z\phi$ мәнінің көмір көмірдің күлділігін ГГК-С диаграммасы бойынша күлділігі мен байланысы анықтау үшін қолданатын В. И. Уткин палеткасы

Қазба

(В.И.Уткин

бойынша)

Палетка құрамы мен қуаттылығы белгілі γ -квант көзі және берілген зонд пен детектор мөлшері үшін есептелген. Палетка калькаға сызылады. Көмір қабатының күлділігін анықтау үшін палетканы ГГК-С диаграммасы үстіне салып, палетканың және диаграмманың нольдік сызықтары бір-бірімен сәйкес келуі керек. Сосын палетканы нольдік сызықпен қозғай отырып, палетканың 100 пайыз күлділікке тең төменгі сызығы сыйыстырушы таужыныс үстіндегі диаграмма деңгейі мен сәйкес келгенше жылжытады.

Содан кейін, палетка сызықтары арасындағы ГГК-С аномалиясы бойынша көмір қабатының күлділігін анықтайды (3.3 сурет).

Рудалы кенорындарда ГГК-С әдісі ұңғыма ашқан қимадағы рудалы интервалдарды анықтау үшін қолданады. Шашыраған γ -кванттардың спектрін өлшеу арқылы сәуленісіңірген элементті анықтап, руданың заттық құрамын анықтауға болады.

Мұнай және газ кенорындарын да ГГК-С әдісі шегендеу құбырының ақауын анықтау үшін жүргізіледі. Бұл әдіс пен, сонымен қатар, ұңғыма ашқан қимадағы коллектор қабатты бөліп, оның кеуектілігінде анықтауға болады. Ол үшін әдісті ұңғымада екі рет жүргізеді: ұңғыманы сұйық пен ($z\phi$ жоғары) толтырғанға дейін және толтырғаннан кейін. Сұйық ретін де қорғасын ацетатының сулы ерітіндісін пайдаланады. Оның концентрациясы 30 %-ға жеткенде $z\phi=45,6$ (құмтастың минералдық қаңқасында $z\phi=12,4$, ал әктаста -15,0).

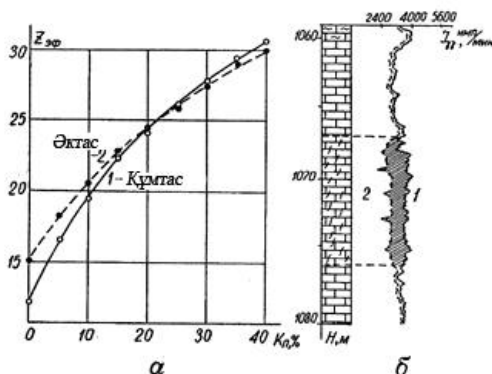
Атомдық номері жоғары сұйық қабат кеуектеріне еніп, коллектордың $z\phi$ жоғарылатады (кеуектілігі жоғарылаған сайын $z\phi$ те жоғары болады, 3.4 а сурет). Бұл эффект ұңғыманы толтырғанға

дейін және кейін тіркелген ГГК-С диаграммаларында айқын көрінеді (3.4 б сурет).

Кейінгі кезде шетелдік және ресейлік (ВНИИ ГИС, “Тверь-геофизика”) фирмалар ГГК әдісінің «литотығыздықты γ - γ -каротаж» деп аталатын жаңа түрін

өндіріске енгізді. Ұңғымалық прибор бір ГГК-С зондынан және ұзындықтары әр түрлі екі ГГК-П зондынан тұрады. Мұндай прибор таужыныстың тығыздығы және тиімді атомдық номерін бір уақытта өлшеуге мүмкіндік береді. Бұл болса, мұнай ұңғымасын литологиялық жіктеуге, коллекторды бөліп, оның кеуектілігін анықтауға мүмкіндік береді.

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



3.14 сурет.

Ұңғыманы сұйықпен ($z\phi$ жоғары) толтырғаннан кейін карбонаттық қимадағы коллекторды ГГК-С әдісімен бөліп көрсету:

а – құмтасты (1) және карбонатты (2) коллекторлардың $z\phi$ параметрінің кеуектілік пен байланысы

(сұйық – 30% қорғасын ацетатының сулы ерітіндісі); б – каротаждық диаграммалар: I – бақылау диаграммасы (ГГК-С), 2 – ұңғыманы сұйықпен толтырғаннан кейін.

Бақылау сұрақтары

1. ГГК қалай бөлінеді?
2. ГГК-П теориялық негізіне анықтама бер.
3. ГГК-С теориялық негізіне анықтама бер.
4. ГГК-ды қандай параметрлерді анықтау үшін пайдаланады?

Сабақ № 19

Сабақ тақырыбы: ННК қисықтарын өңдеу

Жоспар:

1. Жер қыртысының ылғалдылығын анықтау.
2. Тау жыныстарының кеуектілігін (пористость) зерттеу

1. Жер қыртысының ылғалдылығын анықтау

Кеуектілікпен тікелей байланысты болып табылатын, ылғалдылықты анықтау, таужыныстарының беріктік сапасын бағалауға, және, ең маңыздысы жер қабатының қасиеттерін мұнай және газ коллекторы ретінде зерттеуге мүмкіндік береді.

Ылғалдылықтың ұлғайуымен бірге ННК көрсеткіштерінің өзгеруі детектормен салыстырғанда жылдамдығы азайған және шашыраңқы нейтрондардың әр түрлі геометриялық тұрғыда орналасуымен байланысты. Ең тиімді нейтрондарды шашыратқыш болып табылатын, ылғалдылықтың аз болуы, тау жынысында сутегінің

аз мөлшерде болуына байланысты, ортада қозғалу қашықтығы үлкен, және нейтрондар детектордан біраз қашықтықта орналасады.

ННК қисығында максимумның пайда болуы, қозғалу қашықтығының азайуы сутегінің ұлғайуына байланысты нейтрондар ақырындап детекторға жақындай түседі. Ылғалдылық жоғарылағанда нейтрондар қайтадан детектордан алыстап, нейтрон көздеріне жақындай түседі, және ННК көрсеткіші азаяды.

ННК деректерінің ылғалдылыққа байланысты өзгеруі жылу және жылу үсті нейтрондарына тән, ортада тығыздықтары өзара байланысты. Жылу нейтрондарының тығыздығына таужынысының заттық құрамы және қабат суларының минерализациясы ықпал етеді. ННК-Т сезімділігі ННК-НТ жоғары. Сондықтан ННК-Т суы бар қабаттардың ылғалдылығы мен кеуектілігін анықтауға, ННК-НТ минерализацияланған су қабаттарын анықтауға қолданылады.

ННК-Т-дан ННК-НТ-ға ауысу үшін детекторды кадмий экранымен қоршау қажет. Кадмий экраны жылу нейтрондарын толықтай сіңіріп алады. Жылу үсті нейтрондарының жылдамдығы бұл экранда жылу нейтрондарының жылдамдығына дейін азаяды, және детектор оларды қабылдайды.

Ылғалдылықты өлшеу үшін нейтрондардың ампулалық көздері бірнеше түрі қолданылады : $Po - Be$, $Pu - Be$. Нейтронды ылғалдылықты өлшеуіште детекторлар ретінде көбінесе пропорционалды борлы санауыштарды (счетчики) , ал баяу нейтронды сцинтиляционды санауыштарды сирек қолданады.

Нейтронды ылғалдылықты өлшегіштің сапасы эталондаушы графикке байланысты келесі көрсеткіштермен анықталады, : есептеудің жоғары жылдамдығымен, нүктедегі төменгі фонымен $m = 0$, ылғалдылықтың кең диапазонында графикта сызықтық характерімен (линейным характером графика в широком диапазоне влажности).

Нейтронды ылғал өлшеуіштердің өнеркәсіптік түрлері ННК-Т мен жұмыс істейді. Жылуүсті нейтрондары қолдануынан бас тартуы детекторлардың төменгі тиімділігінен есептеу жылдамдығының жоғалуымен түсіндіріледі.

Заттық құрамның және тығыздықтың әсері. Нейтрондарды жұту қимасы үлкен болатын элементтерді анықтау үшін нейтрон-нейтронды каротаждың қолданылуын қарастырайқ. Бұл жағдайда сутегін сақтаушы (водородосодержания) әсерін азайту үшін инверсионды зондтарды қолданған тиімді.

Топырақты грунттарда радиациялық ұстау деңгейі көп элементтер болуы мүмкін – бор, хлор, марганец, темір, калий. Жұтқыш элементтердің көбеюі - жылу нейтрондар ағынының санау жылдамдығын азайтады және m анықтаудағы қателікке әкеліп соғады.

Сипаттық мысал ретінде σ_n үлкен элемент ретінде борды алуға болады, яғни ол нейтрондарды жұтады. Борлы кен орындарын барлау кезіндегі қиындықтардың бірі – бордың мөлшерін анықтау болып табылады. Бордың нейтрондарды жұтуы, яғни нейтронды борометрияның сезгіштігі жоғары болады. Сондықтан ННК-Т әдісі, бордың мөлшері 1,5% асқанда нашар көрсетеді. Сол мақсатты шешу үшін ННК- НТ қолданылады. Нейтрондар энергиясы көбейген сайын, σ (n , α) реакциясының қиылысуы азаяды, және де ННК-Т әдісіне қарағанда, ННК-НТ әдісінің графигінде бордың %-дық құрамы анық көрсетіледі

Грунттың тығыздығы. γ –кванттар сияқты, нейтрондар ағыны ортаның тығыздығына байланысты болады. Әсіресе инверсия алды зондысымен өлшеу жылдамдығы, тығыздық өскен сайын жоғарлайды. Ылғалдылығы толықтай қанықпаған

болған жағдайда, грунттың ылғалдылығын өлшеу нәтижесі грунт қанқасының тығыздығына байланысты болады

Егер $\Delta m = 0,005$ ылғалдылықты өлшеу кезіндегі қателікті $\Delta m = 0,005$ деп алсақ, грунт қанқасының тығыздығы $\Delta \rho = 0,02-0,05$ г/см³ дейін өзгеруі мүмкін. Егер өлшеу кезінде тығыздығы үкен ауытқулар көрсететін болса, онда оған түзетулер енгізу керек. ННӨ әдісінің ылғалдылықты зерттеу өлшемдерін, ГГК-П әдісінің тығыздықты өлшемдерімен сәйкестендірген дұрыс болады.

Өлшеу тереңдігі. ННӨ әдісінің өлшеу тереңдігі деп - 90% нейтрондар детекторға қайтатын цилиндрлік қабат радиусын $r_{0,9}$ айтады.

Онда келесідей заңдылықтар бар:

Тереңдігі нейтронды бәсеңдету ұзақтығымен байланысты. Қысқа зондтар үшін ($R = 0-25$ см) $r_{0,9} = 2,1 L$, (5)

Мұндағы L – бәсеңдету ұзақтығы. Зондты ұзарту, өлшеу тереңдігіне аз әсерін тигізеді. Жылу үсті нейтрондардың кеңістікті таралу анализі, нейтрондардың максималды саны $2 \rho L$ арақашықтағы қабатта орналасқанын көрсетеді.

Бәсеңдеу ұзақтығы, диффузия ұзақтығы да ылғалдылықтың көбейген сәтінде азаятындығын біле отырып, ННӨ әдісінің өлшеу тереңдігі ортаның ылғалдылығына байланысты екенін айта аламыз.

Аралық аймақтың әсер етуі. Әдетте грунттардың ылғалдылығын өлшеу кіші диаметрлі шегенделген ұңғымаларда жүргізіледі. Осы жағдайда өлшем нәтижелеріне шегендеу құбырының диаметріне, ұңғыманың толтыру сипатына(су, ауа), шегендеу құбырының материалы және қалыңдығы және құбыр сыртындағы каверналар және оларды толтыру тәсіліне байланысты болады. Жербетілік әдіс жүргізу кезінде зерттелетін аймақтың жер бетінің рельефі әсер етеді.

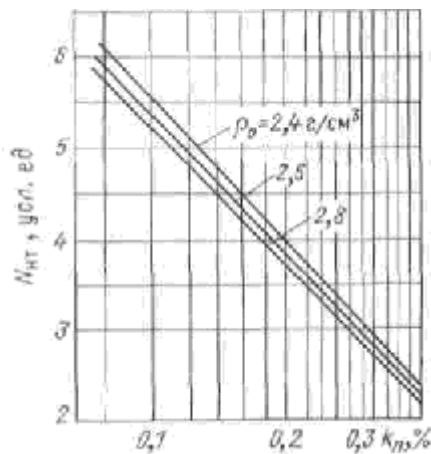
ННӨ әдісі үшін тығыздығы ғана рөл атқармайды, сондай-ақ негізгі ортаның және аралық аймақтың қанша нейтрондық параметрлері бар екені әсер етеді. Аралық аймақтың суқанықтығы немесе нейтрон жұтқыш элементтердің концентрациясының көбеюі, бірден санау жылдамдылығын және эталондаушы графиктің сипатын өзгертеді. Ауамен толтырылған ұңғыманың диаметрі үлкейген сайын, нейтрондық влагомердің сезгіштігі азаяды. Ұңғыманы сумен толтыру псы эффектті көбейтеді. Дюралюминийлі шегендеу құбырлары санау жылдамдығына әсер етпейді.

3. Тау жынысының кеуектілігін зерттеу.

ННК әдісінің кеуектілікті анықтау принципі тау жынысының кеуектерінде сұйықтықтың(су немесе мұнай) немесе газдың(көмірсутек) жиналуына негізделген.

Кен орындардың мұнай және газға қанықтығын анықтауда ННӨ өзінің ерекшеліктері бар. Әдістің тек ғана каротаждық нұсқасы қолданылады(ННК-Т и ННК-НТ).

Каротажды диаметрі үлкен(150-300мм), бұрғылау ерітіндісімен толтырылған ұңғымада және ұзындығы 10-80см-ге дейінгі зондтармен жүргізіледі.



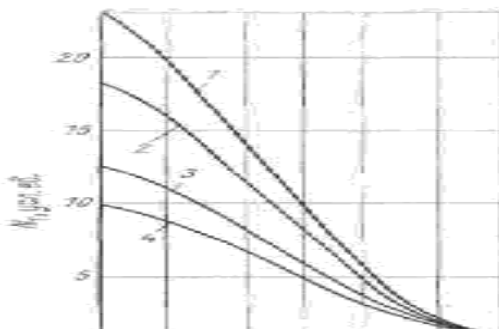
Сурет 2. Кеуктілік коэффициенті мен нейтронды ағынның байланысы

Егер тау жынысының кеуктері суға қаныққан жағдайда кеуктілік коэффициенті көлемдік ылғалдылыққа тең болады ($k_p = m$). Кеуктілік көбейген сайын, оның суға қанықтығы көбейеді, бірақ тығыздығы азаяды. Инверсияланған зонд үшін ылғалдықтың өсуі оның нейтрондар ағымының кішіреюіне әкеліп соғады, ал тығыздықтың кішіреюі керісінше ағынның үлкеюіне әкеледі. Анықтаушы болып ылғалдылық әсері қызмет етеді, сондықтан нейтрондық өріс сөнеді.

Көптеген есептеулер және эксперименттер көрсеткендей, шектелген k_p диапазонында кеуктілік коэффициентінің логарифмы мен нейтрондар ағынына тәуелділігі бақылананды:

$$N = a + b \ln k_p, \quad (6)$$

Мұндағы a және b – тұрақты коэффициент.



3-сурет. Жылу нейтрондардың құмтас кеуктілігіне тәуелділігі (аппаратура ДРСТ-1, зонд $R = 50$ см, P_0 - Ве- көздері): 1 – скважина диаметрі $d_c = 22,5$ см; 2 - $d_c = 25$ см; 3 - $d_c = 22,5$ см, шегенделуі $d_0 = 16$ см; 4 - $d_c = 25$ см; $d_0 = 16$ см.

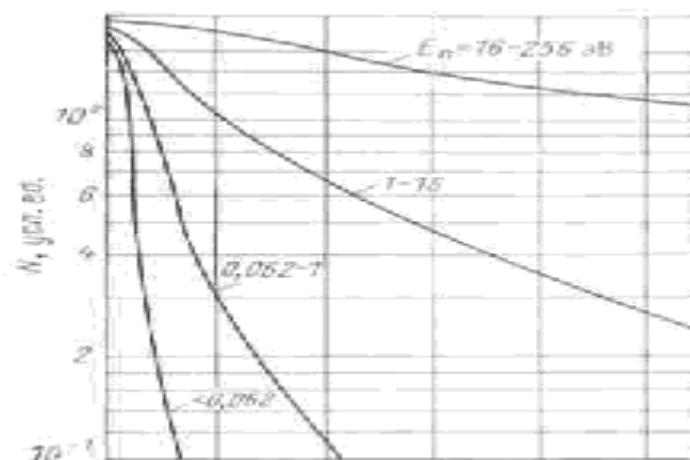
3 суретте мысал ретінде ННК-Т ның құмтасқа эталондау тәуелділігі көрсетілген.

Қабат(пласт) параметрлері әсері: Нейтронды поле кеук ылғалдылығына ғана емес, сонымен қатар жыныстың заттық құрамы, минералогиялық тығздығы ρ_0 , кеуктерді толтырушылардың сипаты мен қасиетіне тәуелді. Мұнай-газ кен орындары 2 негізгі қима түрлерімен байланысты- карбонатты онда коллекторлар ретінде ізбестастар, және терригенді (кеукті құмтас, кейде құмды-сазды шөгінділері). Құмтастар, ізбестастар доломиттер нейтронды бойынша айтарлықтай ерекшеленеді. Кеукті анықтау кезінде бұл айырмашылықтарды ескеру қажет. Кеукті анықтауға саз және ангидриттің байланған сулары әсер етеді. Кеуктіліктің шынайы коэффициентін есептеу үшін саздылыққа түзетулер енгізу керек.

Мұнай кен орындарында коллекторлардың кеук кеңістігі көбінесе сумен немесе мұнаймен толтырылған. Баяулату қасиеттері бойынша су және тұщы су ерекшеленбейді, себебі оларда сутегі мөлшерлері бірдей.

Қабат суларының жоғары минерализациясы ННК-НТ нәтижелеріне әсер етпейді, бірақ кеуектілік коэффициентін бұрмалайды (искажает). Бұл әсерді кеуек толтырушы сұйықтықтың сипатын ННК-Т көмегімен анықтау үшін қолдануға болады.

Тіркелуші нейтрондар энергиясының әсері: Қиманы түсіру нейтрондар энергиясының артуынан төмендейді, және нейтрон жұтушы элементке нейтронды полендың сезгіштігі төмендейді.



4сурет Нейтрондар ағынының энергиясының E_n бор концентрациясына тәуелділігі ($E_0 = 2,45$ МэВ)

4-ші суретте Нейтрондар ағынының энергиясының бор концентрациясына тәуелділігінен тіркелетін нейтрондардың әр түрлі энергиясы көрсетілген. Жылулық (тепловой) аймақта бор концентрациясы аз кезінде сезгіштік жоғары, бор мөлшерінің көбеюінен сезгіштік төмендейді.

Нейтрондар энергиясының көбеюі борға деген сезгіштігі төмендейді, бірақ концентрациялық вырождение бордың көп көлемде болуы кезінде байқалады.

Ылғалдың әсері. Нейтрон жұтушы ортада ылғалдылық пен тығыздық көбеюі кезінде поля инверсиясы байқалады. Инверсиялық аймақ төменгі энергияға ауысуы кезінде үлкен зондтар аймағына жылжиды. Бір нейтрондар энергиясы үшін нейтрон жұтушы элементтер концентрациясы көбейген сайын инверсия аймақтарының үлкен зонд аймағына жылжуы жүзеге асады. Су құрамы азайған сайын нейтрон нөлінің сезгіштігі сіңіргіш элементтерге көбейгендігі байқалады.

Зонд ұзындығы әсері. Көз бен детектордың арақашықтығы ұзарған сайын нейтронды поле нейтрондар энергиясының төмендеуі кезіндегі өзгерісі сияқты өзгереді. Ол нейтрон көзден алыстау кезінде нейтрондар спектрінің жұмсаруымен түсіндіріледі.

Ұңғыманың толтырылуы әсері. Ұңғымадағы ауаның сумен немесе жуу сұйықтығымен ауысуы ННК әдісінің нейтрон жұтушы элементтерге деген әсерін айтарлықтай азайтады. Бұл заңдылық доинверсионной, так и в заинверсионный аймақта көрінеді. Ұңғыманың сумен толтырылуы инверсия аймағының қысқа зондтар ұзындығы аймағына ығысуына әкеледі (кұрғақ ұңғымаға немесе біртекті ортаға қарағанда)

Бақылау сұрақтары:

1. Нейтронды әдістер қолданылуы ?
2. ННК да зерттеу тереңдігі қандай?
3. ННК нәтижелері бойынша кеуектілікті анықтау?

Сабақ № 20

Сабақ тақырыбы: АҚ мәліметтерін өңдеу

Жоспар:

1. АҚ мәліметтерін өңдеу.

Қазіргі акустикалық каротаж аспабы кинематикалық $T1P, T2P, \Delta TP, T1S, T2S, \Delta TS$ және динамикалық $A1P, A2P, A1S, A2S, A1L, A2L$ параметрлердің аналогтық диаграммаларын және басылу коэффициенттері диаграммасын тіркеуге мүмкіндік береді:

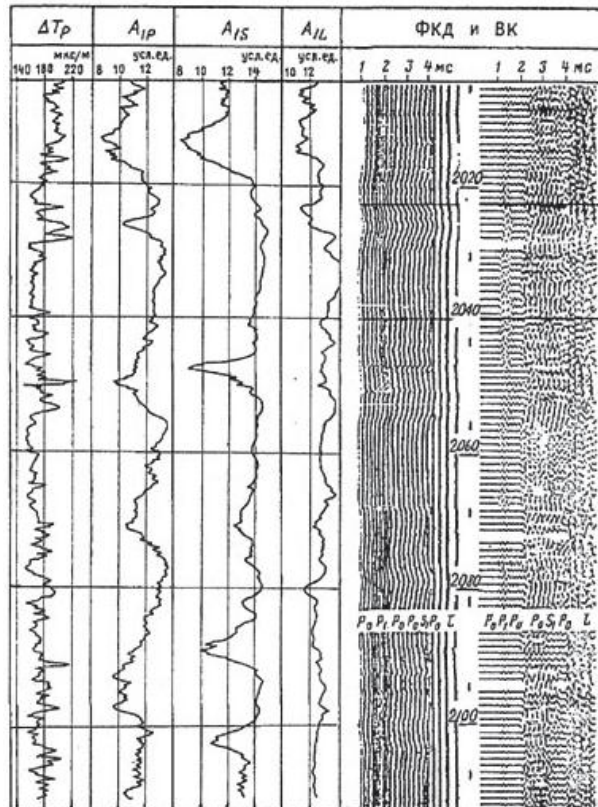
$$\alpha_P = \frac{1}{\Delta L} 20 \lg \frac{A_{1P}}{A_{2P}} \quad \text{и} \quad \alpha_S = \frac{1}{\Delta L} 20 \lg \frac{A_{1S}}{A_{2S}} \quad [\text{дБ/м}]. \quad (5.1)$$

Сонымен қатар, АҚ аспабы толқын көрінісін (ВК-волновая картина) толығымен және белгілі бір дискретизациялық интервал мен (тереңдік бойынша) фаза-корреляциялық диаграммасын (ФКД) жазады.

Толқын көрінісі арнайы магнит тік тіркеуіш пен жазылады, оны компьютерге енгізу оңайға соғады.

Фаза-корреляциялық диаграмма дегеніміз әр түрлі толқындардың бірдей фазаларның сызықтық жазылу көрінісі. ФКД жазуының жуандығы сигналдың амплитудасына пропорционал. ФКД диаграммасы бойынша әр түрлі толқындарды сәйкестендіруге, олардың кинематикалық және динамикалық параметрлерін бағалауға, ұңғыма қимасын литологиясы бойынша жіктеуге болады.

5.1 суретте карбонатты қимадағы акустикалық каротаж нәтижесі келтірілген. Бұл көріністе қума толқынның интервалдық уақыт диаграммасы ΔTP және бірінші қабылдағышпен тіркелген динамикалық $A1P, A1S, A1L$ параметрлері келтірілген.



5.1 сурет

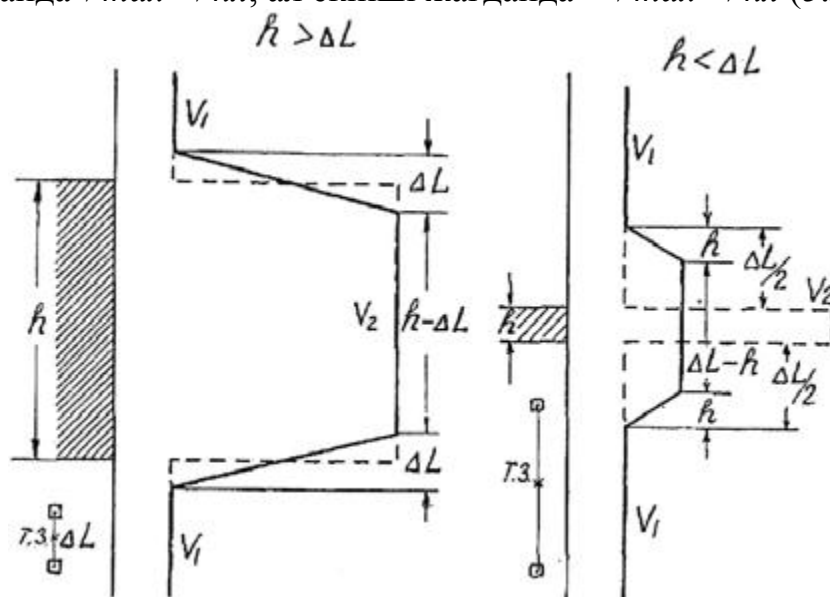
Карбонаттық қимадағы акустикалық каротаж нәтижелері (Ю.И.Горбачев деректері бойынша)

Жалпы алғанда, ұңғыма ашқан карбонаттық қима толқындардың жоғары жылдамдығымен және төмен интервалды уақытымен (160-220 мкс/с) сипатталады. Келтірілген мысалдағы мұнай-газ қаныққан коллектор – кеуектілігімен, жарықшақтығымен, қуысқа бай учаскелер – жоғары интервалдық уақыты мен ΔT_p сипатталады (2023-2029 м; 2047-2056 м интервалдары). Бұл интервалдар, соны мен қатар, басылу коэффициентінің өсуі мен сипатталады (5.1 суретте диаграмма келтірілмеген).

Интервалдық уақыт диаграммалары бойынша толқынның таралу жылдамдығы бір-бірінен ерекшеленетін қабаттардың қалыңдығы мен шекараларын анықтауға болады.

Қалың қабаттың ($h > \Delta L$) қалыңдығы аномалияның жартылай максимумы ережесі бойынша, ал жұқа қабаттың ($h < \Delta L$) қалыңдығы төмендегідей ереже бойынша анықталады: аномалияның жартылай максимум деңгейіндегі ені зонд базасына тең, ал қабаттың қалыңдығы қисықтың көлбеу бөлікшесінің ұзындығына тең. Бұл келтірілген екі жағдайда қабаттың үстіндегі және астындағы таужыныстардың акустикалық қасиеттері бірдей болса,

V және T қисықтарында аномалиялар қабаттың ортасына симметриялы орналасады: тек бірінші жағдайда $V_{max} = V_{пл}$, ал екінші жағдайда – $V_{max} < V_{пл}$ (5.2 сурет).



5.2 сурет

Толқынның жоғары таралу жылдамдығы мен сипатталатын, қалың және жұқа қабаттар үстіндегі акустикалық каротаж диаграммалары

Бақылау сұрақтары:

1. АК аспабы нені жазады?
2. ФКД дегеніміз не?
3. Интервалдық уақыт диаграммалары бойынша нені анықтауға болады?

Сабақ № 21

Сабақ тақырыбы: КМВ нәтижелерін түсіндіру

Жоспар:

1. КМВ нәтижелерін түсіндіру

КМВ көмегімен скважиналардың қималарын литологиялық бөлу, жоғары магниттік қасиеттері бар интервалдардың байланыстары мен қуатын анықтау, жыныстар мен кендердің магниттік қабылдағыштығының шынайы шамасын анықтау, кендегі темірдің пайыздық мөлшерін анықтау сияқты міндеттер шешіледі.

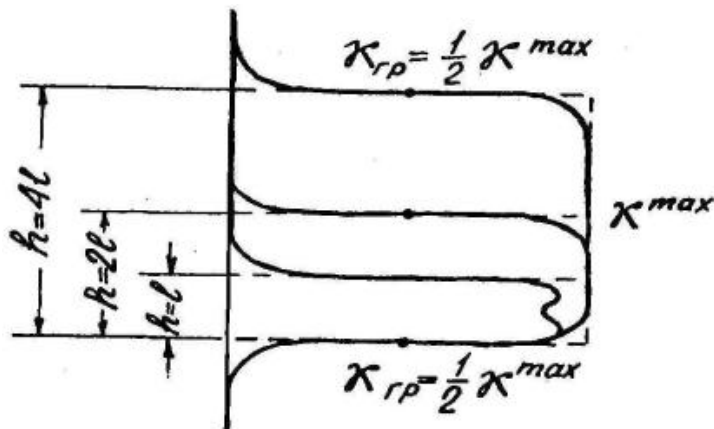
КМВ деректері бойынша разрездердің литологиялық бөлінуі әртүрлі тау жыныстарындағы магниттік минералдардың (негізінен, магнетиттің) әртүрлі құрамына негізделген. Атқыланған жыныстардың ішінен к ең аз мәндерімен қышқыл құрамның жыныстары - граниттер, сиениттер және т.б. сипатталады; жоғарылатылған - негізгі және ультра негіздік құрамның жыныстары; шөгінді жыныстарынан к ең үлкен мәндермен балшық ерекшеленеді. Бірқатар тау жыныстарының магниттік қабылдағыштығы бойынша орташаланған деректер кестеде келтірілген.

Жоғары магниттік қасиеттері бар интервалдардың шекараларын анықтау аномалияның жартылай амаксимумының ережесі бойынша орындалады, өйткені модельдердегі есептер мен өлшеулер к қисықтарындағы аномалиялардың интервалдың ортасына қатысты симметриялы қарапайым нысаны бар екенін көрсетеді, бұл 15.1. суретте көрсетілгендей.

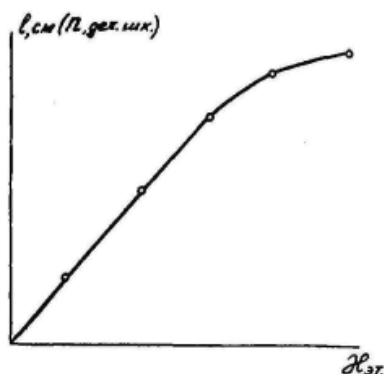
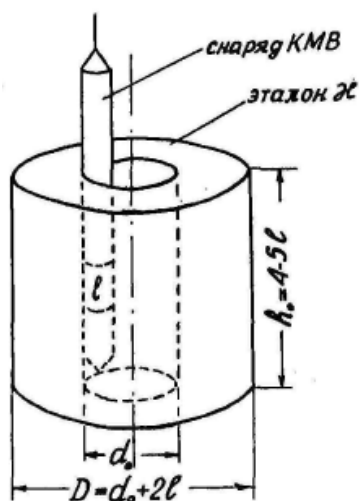
15.1-кесте. Магниттік қабілеттілік тау-кен жыныстарының

Тау жынысы	магниттік сезімталдық, $\times 10^{-3}$ бірлік СИ
Гранит	5-100
Габбро	150-600
Перидотит	380-1500
Әктас	0-5
Құмдақ	0-100
Балшық	0-500
Мәрмәр	0-5
Сланцы	5-500
Магнетитовая кені	75000-150000

Сурет 15.1-жоғары қуатты қабаттардың үстіндегі КМВ ауытқулары



Егер қабаттың қуаты h датчигінің l ұзындығынан аз болса, онда аномалияның ені h -ға тәуелді болады және L тең болады аномалияның ортасында аздау пайда болады, ал оның максимум қаттың үлкен қуаты кезінде болуы мүмкін мәнге жетпей қалады. Жыныстар мен кендердің шынайы магниттік қабылдағыштығы осы далалық магнитометрияның сандық интерпретациясы үшін анықталуы тиіс. Кист шамасын ұңғымалық каппаметрлерді градуирлеу нәтижелері бойынша табады, ол үшін арнайы эталондар жиынтығын жасайды, олардың әрқайсысы осьтің бойымен цилиндрлік тесігі бар картон немесе пластмасса барабан болып табылады. Барабандардың сыртқы диаметрі кем дегенде k датчигінің ұзындығынан екі есе артық болуы тиіс, ал орталық тесіктің диаметрі зерттелетін бұрғылау ұңғымаларының диаметріне тең болуы тиіс. Барабандардың биіктігі датчиктің ұзындығынан 4-5 есе артық болуы тиіс. Барабандар мүсін гипс немесе цемент қоспасымен ұсақталған магнетитпен толтырады. Әрбір эталонның магнитті қабылдағыштығын контактілі (зертханалық) каппаметр көмегімен анықтайды. Градуирлеу кезінде ұңғыма снаряды барабан тесігінің ішіне k датчигі биіктігі бойынша тесіктің ортасында орналасатындай және оның қабырғасына қысылатындай етіп орналастырады (суретте көрсетілгендей). 15.2). Ұңғымалық каппаметрдің әрбір өлшеу диапазонына әртүрлі магнитті қабылдағыштығы бар 3-4 ЭТАЛОН дайындалуы тиіс. Градуировканың типтік кестесі $n = f(\text{Кист})$ суретте көрсетілген. 15.3.



Сурет. 15.3-градуирлеу кестесі

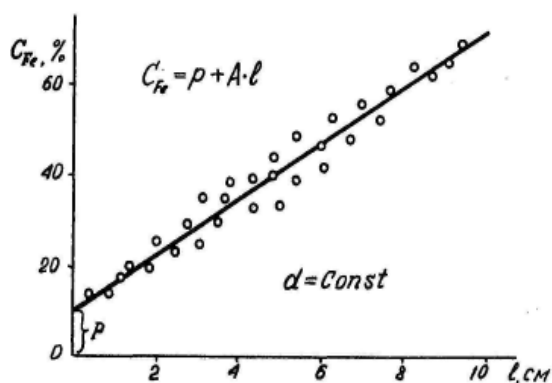
15.2 Сурет-Орналастыру магнитті қабылдағыш эталонының ішінде градуирлеу кезінде

КМВ диаграммалары бойынша темірдің пайыздық құрамын анықтау оның және магнит кендерінің шамасы арасында корреляциялық тәуелділік бар $\kappa_{уст} = \varphi(C_{Fe})$.

Жалпы жағдайда бұл тәуелділік сызықтық емес. C_{Fe} анықтау үшін к шынайы мәндерін емес, КМВ диаграммасынан тікелей алынған n есептеулерін қолдануға болады.

Өйткені $n = f(\kappa_{уст})$, тең болса, онда $n = \Psi(C_{Fe})$, сол кезде соңғы тәуелділік алдыңғы сызыққа қарағанда, тіпті жақын болады ($\kappa_{уст} = \varphi(C_{Fe})$).

Тәуелділікті эксперименталды құру үшін $n = \Psi(C_{Fe})$ керн шығымы жақсы (100% - ға жақын) ұнғымалар қолданылады. Кен аралықтарынан алынған Керн химанализ көмегімен Темірдің құрамын сынайды және анықтайды. КМВ диаграммаларынан к орташаланған мәндері немесе сыналған аралықтарға қарсы п орташа есептеулері алынады. Тәуелділік $n = \Psi(C_{Fe})$ (сурет. 15.4) оның магнитті емес минералдарына (силикаттар немесе карбонаттар) келетін кендердегі темір құрамын сипаттайтын р аз кесіндісі бар осьте кесіледі.



Сурет 15.4-КМВ көрсеткіштерінің Кендегі темір құрамына тәуелділігі. Ұнғыманың диаметрі 79 мм, Солтүстік-Песчанское кен орны

Кендегі темірдің құрамы ретінде есептелуі мүмкін

$$C_{Fe} = a \cdot n + p \quad (15.1)$$

мұндағы A - өлшеу құралының шкаласы бойынша Темірдің қанша пайызы жеке санауға сәйкес келетінін көрсететін бұрыштық коэффициент. Айтпақшы, $a \cdot n$

қосындысы оның магнитті сепарациясы кезінде кеннен алынуы мүмкін темірдің мөлшерін сипаттайды.

Сипатталатын тәсілмен мазмұнды анықтау қателігі абсолюттік 1 -2 % құрайды.

Сипатталған тәуелділіктер ұңғыманың бір диаметріне міндетті түрде құрайды, өйткені ұңғыманың диаметрі өлшеу нәтижелеріне әсер етеді. Сол себепті КМВ міндетті түрде кавернометриямен бірге жүреді.

Бір кен орны үшін салынған $K = \varphi(CFe)$ тәуелділігі өзгелер үшін қолданылмайды, өйткені олар функционалдық емес, статистикалық болып табылады және оларға кендердің минералдық құрамы, олардың құрылымы мен құрылымы және т. б. сияқты басқа да бірқатар факторлар әсер етеді.

Мысалы, құрамында Fe 21% бар темір кварциттерде $k = 3$ бірлік СИ, ал құрамында Fe 27% - $k = 0,9$ бірлік СИ бар диабаздарда бар.

Бақылау сұрақтары:

1. КМВ көмегімен қандай геологиялық міндеттер шешіледі?
2. КМВ аппаратурасын градуирлеу кезінде цилиндрлік эталонда ұңғыма құралы қалай орналасады?
3. КМВ қандай әдістермен комплекстеу керек?

Сабак № 21

Сабак тақырыбы: Ядролық-магниттік әдіс (ЯММ) нәтижелерін түсіндіру

Жоспар:

1. Ядролық-магниттік әдіс (ЯММ) нәтижелерін түсіндіру

Ядролық-магниттік әдіс (ЯММ) химиялық элементтердің ядроларының механикалық магниттік моменттері және магнит өрісінің өзара әрекеттесуі нәтижесінде пайда болатын жасанды шамаларды зерттеуге негізделген

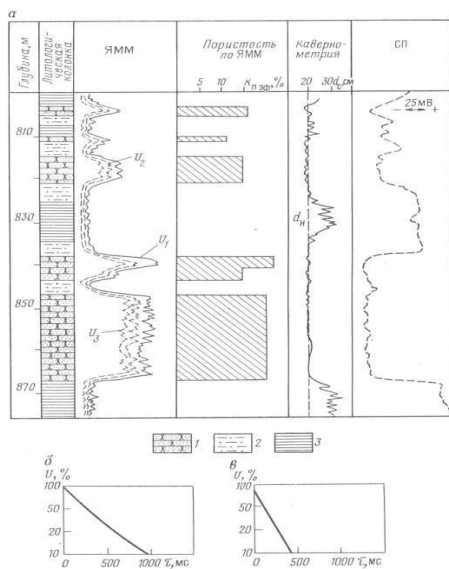
Қисық ЯМЭ біртекті қабаттардың ортасында симметриялы болып саналады. Қабаттың ортасымен максимум сәйкес келеді. Қуатты қабаттардың шекаралары ЯММ қисығы амплитудасының ең жоғарғы мәнінің жартысына сәйкес келетін нүктелерде белгіленеді (сурет. 1, а). $Ch / L3 < 1$ шектеулі қуат қабаттары үшін шектер қисықтың максимумына ығыстырылады және аномалияның басынан және соңынан тұрған нүктелерде тиісінше рамка ұзындығының жартысына тең қашықтықта белгіленуі мүмкін.

Ядролық-магниттік әдіспен зерттеу тереңдігі 10-15 см-ден аспайды [5] Сондықтан интерпретация нәтижелері оның ену аймағында саз ерітіндісімен жыныстардың ішкі саздануы, ұңғыманың қабырғаларының тегіс болмауы және бұрғылау процесінде олардың бұзылуымен жасалған жыныстардың жарықшақтылығы салдарынан ығыстырылмаған газбен жыныстардың ішінара толтырылуы жағдайында елеулі түрде бұрмалануы мүмкін. [1]

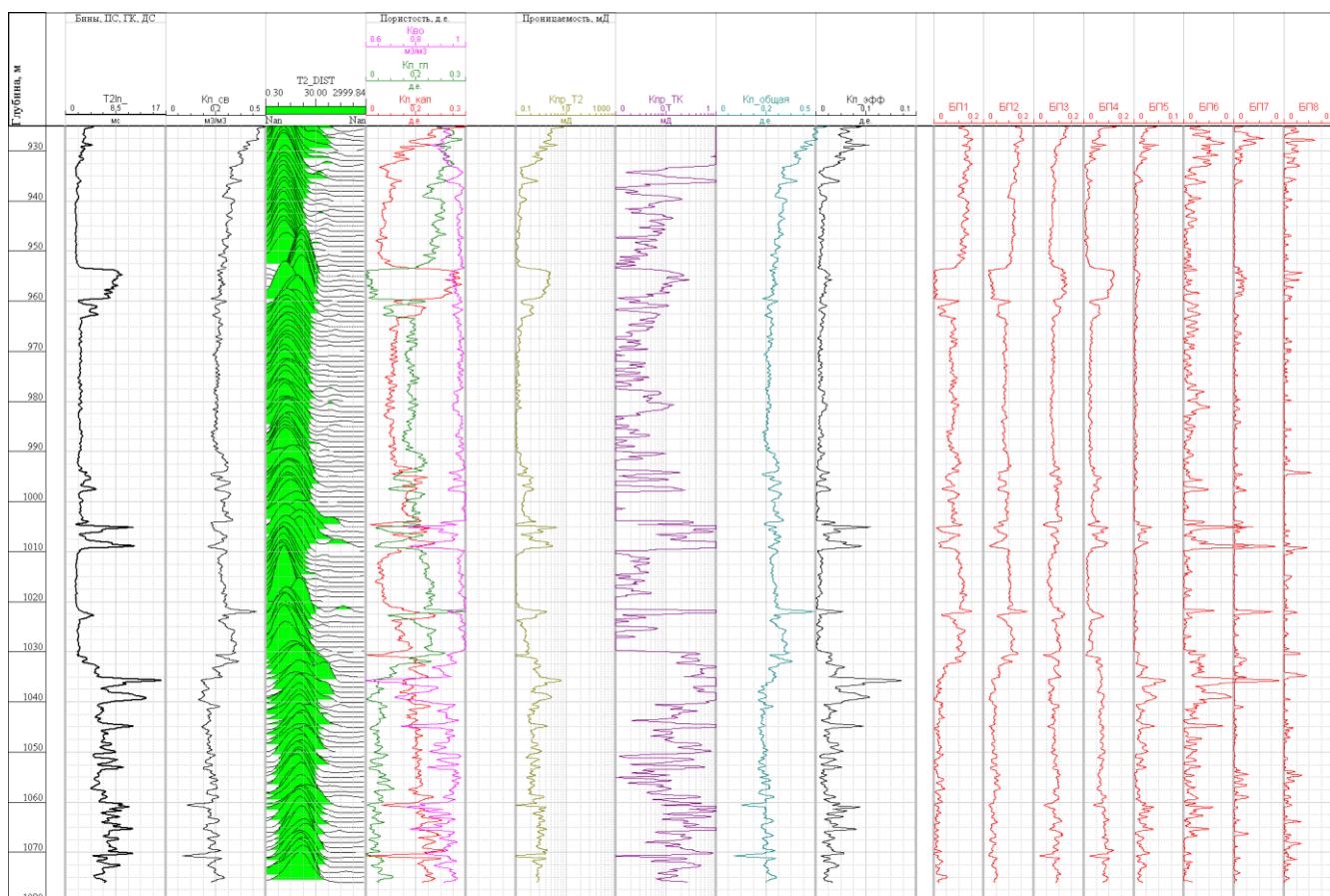
Жыныстарда және ферримагнит - минералдардың сазды ерітіндісінде жоғары құрамы көп жағдайда ядролық-магниттік әдісті қолдану мүмкіндігін болдырмайды. [4]

1-сурет. Мұнай құюға арналған ЯММ (а) қисықтары және релаксация уақыты(б)

1- құмтас, 2- сазды алевролит, 3- саз



ЯМК бойынша қиманың сипаттамаларын анықтау үш стандартты процедурадан тұрады: бастапқы релаксациялық қисықты алу; спектрлерді ала отырып, қисықты геофизикалық өңдеу; сыйымдылық компонентін, сүзуді, флюидты қанықтықты анықтау. Бастапқы ақпарат құралмен тікелей тіркелетін релаксациялық қисық болып табылады, ол ЯМР сигналының өлшеу уақытына тәуелділігін білдіреді. Ол жыныстағы кеуекті флюидтің магниттелуінің өшуін көрсетеді. қажет болған жағдайда релаксациялық қисыққа өлшеу шарттарына түзетулер енгізіледі, сондай-ақ сүзу процедуралары орындалады. Одан әрі релаксациялық қисықтан арнайы математикалық процедураларды қолдану арқылы дифференциалды спектр есептеледі. Ол әртүрлі өлшемдегі флюид магниттілігі релаксациясының әртүрлі жылдамдығына сәйкес келетін T2 көлденең релаксация уақыты бойынша ЯМР сигналының таралуын сипаттайды. Өзінің физикалық мәні бойынша бұл тәуелділік көлденең релаксация уақыты бойынша кеуектіктің дифференциалды үлестірілуі T2 (D_{кп}/dT2 T2). Релаксация уақыты Порш өлшеміне пропорционал болғандықтан, релаксация уақыты бойынша кеуектіліктің дифференциалды бөлінуі Порш өлшемі бойынша кеуектіліктің таралуын да сапалы сипаттайды. [3] кеуектіктің таралуының "сапалы" сипаты поралар өлшемдерінен басқа спектрлер релаксацияның басқа да құраушылары туралы ақпаратты алып жүруімен байланысты. Сондықтан r (r – тен dKп/dr) пораларының өлшемі бойынша кеуектілікті үлестірудің дифференциалды спектрін алу үшін T2-г тәуелділік түрінде петрофизикалық калибрлеу қажет. Сүзу – сыйымдылық қасиеттерін анықтау шұңқыр спектрімен сипатталатын порттық кеңістіктің құрылымына тікелей тәуелділікке негізделген. Сонымен, релаксация уақытының қандай да бір интервалына сәйкес келетін кеуектілікті анықтау үшін (T2_i; T2_i+dT2) осы учаскеде дифференциалды спектрді интеграциялау жеткілікті (қисықтың астындағы алаңды табу). Бұл әдіс ЯМК мәліметтері бойынша кеуектілік компонентін анықтау үшін қолданылады. [1] Өңдеу нәтижелері бар планшеттің мысалы 2-суретте көрсетілген. Ядролық-магниттік каротаж үшін перспективалар әрдайым қуанышты болды. Ғылыми зерттеулер ЯМР релаксация уақытының интерпретациясы көптеген петрофизикалық деректерді алуды қамтамасыз ететінін көрсетті. Импульсті ЯМР әдістерін пайдаланатын және осы зерттеулерге негізделген соңғы буындағы каротаждық зондтар ұңғымада не өндіруге болатыны туралы нақты ақпараттар береді.



Сурет 2. Өңдеудің нәтижелері көрсетілген планшет

Бақылау сұрақтары:

1. ЯМК көмегімен қандай геологиялық міндеттер шешіледі?
2. ЯМК қималарын сипаттау үшін жүргізілетін процедуралар қалай аталады?
3. ЯМК әдістері өңдеуі қандай нәтижелерді береді?

Сабақ № 22

Сабақ тақырыбы: Кавернометрия нәтижелерін түсіндіру

Жоспар:

1. Кавернограммаларды түсіндіру

Бұрғылау процесінде тау жыныстарының құлауы және көптеген жыныстарға тән δc ұңғыма диаметрін тарылтатын тығыздамалардың пайда болуы оларды осы қасиетке байланысты зерттеуге мүмкіндік береді.

Тереңдігі бар ұңғыма δc диаметрінің қисық өзгеруі — кавернограмма мынадай мақсаттар үшін пайдаланылады: 1) ұңғыманың геологиялық қимасын анықтау; 2) оның техникалық жай-күйін зерттеу; 3) ұңғыманы зерттеудің геофизикалық әдістерінің көпшілігін түсіндіру үшін қажетті берілген тереңдікте ұңғыманың орташа диаметрін анықтау.

Кавернограммалар көп жағдайда ұңғыма диаметрі өзгертін жыныстар шекарасының орналасуын үлкен дәлдікпен анықтауға мүмкіндік береді. Ұңғыма диаметрінің өзгеру сипатымен ерекшеленетін жыныстардың шекарасын анықтау кезінде каверномерлер

конструкциясының ерекшеліктерін ескеру қажет . Каверномерлердің конструкциясына байланысты шекараларды белгілеу және d_c анықтау ережелері келесідей болады.

1.Кавернаны құрайтын қабаттың шекарасы Кавернограмманың А және b нүктелеріне жатады

2.Кавернаны құрайтын жыныстың жабыны d_c тегіс жүрісі шындыққа сәйкес келмеуі және жабатын шөгінділер табанымен каверномер иінітірегiнiң қысылуы салдарынан болуы мүмкін.

3.Кавернаның d_H диаметрі кавернаның ең үлкен ашылу диаметрінен аспайтын және кавернаны құрайтын жыныстың қуаты каверномер иінітірегiнiң ұзындығынан шамамен асып кеткен жағдайда ғана жеткілікті дәлдікпен анықталады. Егер кавернаның түзуші ұңғыманың бойында шағын мөлшері болса, каверномермен белгіленген диаметрдің шекті мәні қисық бойынша белгіленетін шамалардан аспайды.

Тау-кен жыныстарын ұңғыма диаметрінің өзгеру сипаты бойынша үш түрге бөлінеді.

Бірінші түрдегі жыныстарға ұңғыманың диаметрі қашаудың диаметріне сәйкес келетін жыныстар жатады. Бұл тығыз құмтас, әктас, доломит, ангидрит және магмалық және метаморфтық жыныстардың көпшілігі.

Екінші түрі кавернаны құрайтын келесі жыныстарды біріктіреді.

1.Саз балшықты ерітіндінің ағынымен оңай шайылатын және сазды бөлшектердің ісінуі және олардың ерітіндіге өтуі салдарынан құлайтын саз және сазды тақтатастар (сурет. 134, а). Балшық және сазды сланецтер, белсенді ісінетін сазды минералдар—монтмориллонит, нонтронит, бейделлит және т. б. ұсынылған, алмасушы катиондар болып табылатын жағдайларда өте көп бөлінетін калий және натрий. Құлау құрамында сіңірілген кальций мен магний иондары бар саздарда айтарлықтай төмендейді. Саздағы ұңғыманың диаметрі саз ерітіндісінің сапасына байланысты. Балшықты ерітіндідегі тұздардың концентрациясы төмен болған сайын және бос су көп болса, сазды бөлшектердің ісінуі және ұңғыманың диаметрін арттыратын олардың кейіннен құлауы соғұрлым қарқынды болады.

2.Ұңғымаға төгілетін жүзгіш-құмдар.

3.Ірі кавернозды әктастар және доломиттер .Алайда бұл шөгінділерде, әдетте, ұңғыма диаметрінің шамалы ұлғаюы байқалады,бұл тік бойынша қуыстың аз мөлшерімен түсіндіріледі.

4. Қатты жарықшақты, негізінен изотропты жарықшақтар мен доломиттер бар, олардың құлауы бұрғылау құралының соққысының әсерінен болады. Бұл жыныстарда ұңғыманың диаметрі шамалы — номиналдыға қарсы 5-10 см-ге артады.

5. Тас тұзы және басқа гидрохимиялық жауын-шашын жоғары ерігіштігі бар.

6. Ұңғымамен ұңғылау кезінде оңай жарылатын және құлайтын қазбалы көмірлер.

Үшінші типке қима бетінде ұңғымамен тығыздамалар түзілетін жыныстар жатады.

1. Өткізетін құмдақтар, әк, доломиты, сирек мергели және ангидриты с инертүйіршікті және изотропты жарықшақты кеуектіліктермен. Изотропты жарықшақтығы бар әктастар мен доломиттерде саз қабығының түзілуі каверна пайда болғаннан кейін жиі байқалады. Ұңғыма диаметрінің тарылуы оның қабырғасында саз ерітіндісінен жасалған қатты бөлшектердің тұқымына сүзілген кезде шөгуі есебінен болады.

2. Құрамында еркін су жоқ тұтқыр сазды ерітінділерде кейбір пластикалық балшықтар.

Ұңғыма диаметрінің өзгеруі бойынша жыныстарды бөлудің көрсетілген белгілері жыныстардың негізгі түрлерін бөлуге мүмкіндік береді, олардың дәл градациясы орындалады.

Бақылау сұрақтары:

1. Кавернограммаларды пайдалану мақсаты ?
2. Ұңғыма диаметрінің өзгеруі сипаты бойынша тау жыныстарының бөлінуі?
3. Ұңғыма диаметрін анықтау ережелері қандай?

Сабақ № 23

Сабақ тақырыбы: Наклонометрия нәтижелерін түсіндіру

Жоспар:

1. Наклонометрия нәтижелерін түсіндіру

Ауданның геологиялық құрылымын зерттеу кезінде қабаттардың жату сипатын білу қажет. Бұл ірі тектоникалық бұзылыстары бар және қабаттардың құлауының үлкен бұрыштары бар аудандар үшін аса маңызды.

Қабаттың жатуы оның созылуымен және құлауымен сипатталады. Қабаттың кеңеюі-қабаттасу жазықтығында жатқан көлденең сызықтың бағыты. Қабаттың құлау сызығы деп созылу жазықтығында перпендикуляр жүргізілген сызық деп аталады. Қабаттың құлау бағыты көлденең жазықтыққа қабаттың құлау сызығының проекциясының бағыты, ал құлау бұрышы - қабаттану жазықтығы мен көлденең жазықтықтың арасындағы бұрыш деп аталады. Қабаттың құлау бағыты оның азимутпен сипатталады. Осылайша, қабаттың жатуын анықтау үшін оның жатқан элементтерін - қабаттың құлау бұрышы мен азимутын анықтау қажет.

Қабаттық наклономер (ПН) үш датчиктен, инклинометрден және каверномерден тұрады. Датчиктер бір-біріне қатысты 120 бұрышында ұңғыма аспабының осіне перпендикуляр жазықтықта орналасқан.

Қаттық көлбеу өлшегіштің датчиктері ұңғыма қимасының барынша саралануын қамтамасыз етуі тиіс.

ПН өлшеу ұңғыма қимасының белгіленген аралықтарында қаттардың жату элементтерін анықтау талап етілетін үш қисық бірдей датчиктермен бір мезгілде жазу, сондай-ақ инклинометр (δ , γ) және каверномер (d_c) көрсеткіштерінің жазбасы жүргізіледі.

ПН тіркелген датчиктері қисық бойынша H_{21} және h_{31} ығысуын, тереңдікті анықтайды

Z_2 және Z_3 ауытқуларға тән нүктелер: $h_{21}=Z_2-Z_1$; $h_{31}=Z_3-Z_1$

H_{21} және h_{31} шамалары бойынша аралық бұрышты анықтайды

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{\sqrt{3}(h_{31} - h_{21})}{h_{21} + h_{31}}$$

Аралық бұрыш ψ , h_{21} өлшемі және D_C ұңғымасының диаметрі бойынша аралық бұрыш - қабаттың көрінетін құлау бұрышы - қабаттың қабаттау жазықтығына және ұңғыма осіне перпендикуляр арасындағы бұрыш табады.

$$\operatorname{tg} \gamma' = \frac{4h_{21}}{d_c} \frac{1}{3 \cos \psi - \sqrt{3} \sin \psi}$$

мұнда: h_{21} және d_c қараңыз.

Өлшенген шамалар және аралық бұрыштар бойынша есептеледі және қабаттың құлау бұрышы мен азимуты есептеледі .

$$\cos \gamma = \cos \delta \cos \gamma' + \sin \delta \sin \gamma' \cos(\Psi + \beta)$$

$$\operatorname{ctg}(\lambda - \varphi) = \cos \delta \operatorname{ctg}(\Psi + \beta) - \frac{\sin \delta \operatorname{tg} \gamma'}{\sin(\Psi + \beta)}$$

$$\sin(\lambda - \varphi) = \frac{\sin \gamma' \sin(\Psi + \beta)}{\sin \gamma}$$

Бақылау сұрақтары:

1. Қабаттың құлау сызығы дегеніміз не?
2. Қабаттық наклономер құрылысы неден тұрады?

Сабақ № 24

Сабақ тақырыбы: Терометрия нәтижелерін түсіндіру

Жоспар:

1. Термометрия нәтижелерін түсіндіру

Термиялық (немесе геотермиялық) каротаж кезінде ұңғыма оқпанының бойында ортаның температурасы үздіксіз тіркеледі. Термиялық зерттеулер үшін көбінесе әртүрлі маркалы электрлік термометрлер (немесе кедергі термометрлері) және каротаждық станцияның Тіркеуші құрылғысы қолданылады.

Термометрия әдісімен шешілетін негізгі міндеттер

Негізгі міндеттер

Өндірістегі зерттеулердің ең үлкен көлемі қаттар мен ұңғымалардың диагностикасын шешу үшін орындалады. Бұл:

- сұйықтықтың ағу және сіңіру аралықтарын анықтау;
- мұнай, су және газ ағыны орындарын анықтау;
- қабаттың өнімділігін және флюид шығынын анықтау;
- қабаттың энергетикалық параметрлерін анықтау (РПЛ Рзаб, Рнас, Тпл, Тзаб).

Өнімді қабаттың пайдалану сипаттамаларын анықтау:

- шегендеу бағанасы мен ұңғыма кенжарының герметикалығының бұзылу орындарын анықтау;
- ұңғымада қабатаралық тұздық ағындарын анықтау;
- шегендеу бағаналарының перфорациясы аралықтарын зерттеу.

Ұңғыманың техникалық жағдайын бақылау:

- құбыраралық кеңістіктегі сұйықтықтың және мұнай-су бөлудің статикалық және динамикалық деңгейлерін анықтау (НВР) ;
- тереңдік сорғының орналасу орнын және жұмыс режимін анықтау;
- сорғы-компрессорлық құбырлардың (НКТ) герметикалығын анықтау);
- мандрельдердің орналасу және жұмыс орнын анықтау.

Сорғы-көтеру жабдықтарының жұмысын бақылау:

тәжірибе көрсетіп отырғандай, диагностика міндеттерін шешу кезінде ең ақпараттық әдіс термометрия болып табылады.

Термометрия бойынша шешілетін негізгі мақсаттарға тоқтала кетсек:

Т е р м о м е т р және ұңғымаға сұйықтықтың түсу аралықтары дроссельді әсер (әдетте төменгі перфорацияланған аралықтар) және калориметрлік араластыру әсерінің (жоғарғы перфорацияланған аралықтар) есебінен геотермиялық температураның өзгеруі бойынша белгіленеді.

Төменгі перфорацияланған қабаттан келіп түсу белгілері: перфорацияланған қабатқа қарсы геотермиялық таралуына қатысты температураның өзгеруі; геотермаға қатысты термограмманың сынуы (температуралық градиенттің өзгеруі); перфорацияланған қабаттар арасындағы температуралық қисықтың бірқалыпты созылуы.

Ағынның төменгі шекарасы температураның жоғарылауының ең жоғары тік учаскесінен нүктеге сәйкес келеді. Ағынның жоғарғы шекарасы перфорацияланған

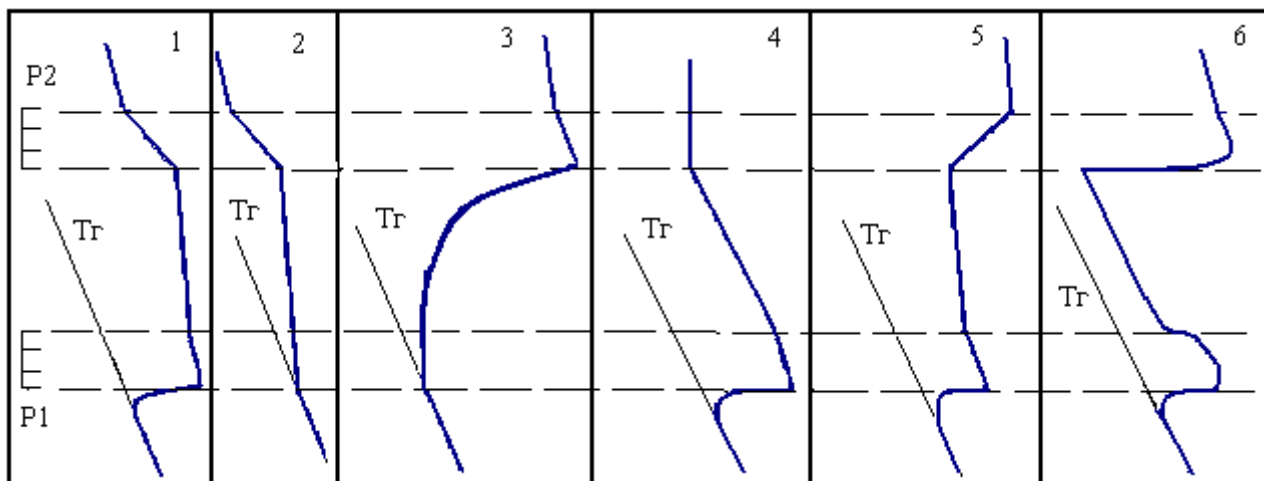
қабаттың төбесіне жоғары төмен қисық бойынша қозғалыс кезінде температураның көтерілу монотондылығының бұзылу нүктесіне сәйкес келеді.

Жоғарыда жатқан аралықтардағы ағындарды анықтау қабаттан келіп түсетін ағынның оқпан бойынша көтерілумен калориметриялық араласу әсеріне негізделген. Осы белгі бойынша ағындарды анықтаудың тиімділігі аралас ағындардың температураларының айырмашылықтарына байланысты. Қабаттан түсетін сұйықтықтың температурасы жоғары ағынның температурасымен сәйкес келетін жағдайлар болуы мүмкін. Жоғарғы перфорацияланған қабаттан келіп түсу белгілері: қабаттың табанның табандық бөлігіндегі ағын температурасына қатысты қабатқа қарсы температураның өзгеруі; термограмманың перфорацияланған қабаттан төмен оның көлбеуіне қатысты сынуы болып табылады. Перфорацияланған қабаттан келетін ағынның жоғарғы шегін термограмма бойынша анықтау кейбір жағдайларда ғана мүмкін болады.

Пайдаланылатын ұңғымаларда ұзақ уақыт бойы судың түсу аралығын анықтау тек төменгі жұмыс істеп тұрған қабаттың табаны суланған, ал шатыр бөлігінен мұнайдың едәуір мөлшері келіп түскен және су салқындатылған қабаттан келген жағдайда ғана шешіледі.

Газдың түсу белгілері, мұнай мен газ қоспасы-үлкен теріс температуралық аномалия және ұңғыманы тоқтатқаннан кейін забой қысымының ұлғаюымен осы аралықтарда температураның жоғарылауы. Қабаттағы мұнайды газданудың аралықтары қабаттың газ факторы (шамамен 100 м³/м³) елеулі болған кезде кенжарлық қысымы қанықтан төмен ұңғыманы пайдалану кезінде теріс дроссельді аномалиямен белгіленеді.

Екі тесілген қабаттардың жағдайы үшін типтік термограммалардың мысалы.



T_г - геотерма; 1 - екі қабат жұмыс істейді, төменгі қабатқа қарсы дроссельдік аномалия, жоғарғы қабатқа қарсы - калориметриялық араластыру белгіленеді; 2 - екі қабат жұмыс істейді, төменгі қабаттан келіп түсетін сұйықтық температурасы геотермиялық қабатқа жақын, жоғарғы қабатқа қарсы калориметриялық әсер белгіленеді; 3-қабаттар арасындағы қисықтың тегіс созылуы, төменгі қабатта келіп

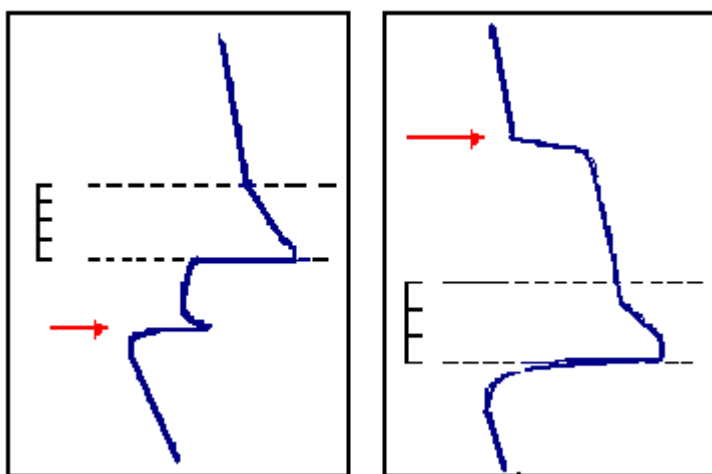
түсетін сұйықтық температурасы геотермиялық қабатқа жақын, жоғарғы қабатқа қарсы калориметриялық араластыру белгіленеді.; 4-төменгі қабатқа қарсы дросселирлеу аномалиясы, жоғарғы қабатқа қарсы температуралық қисық көлбеу өзгеруі; 5, 6 - төменгі қабатқа қарсы дросселирлеу аномалиясы, жоғарғы қабатқа қарсы калориметриялық араластырылудың оң аномалиясы (жоғарғы қабат жоғары қысымды, төменгі қабаттың қысымы $P_1 < \text{жоғары орналасқан қабаттың қысымы } P_2$).

Қабаттық қысымның айырмашылығын бағалау

Тек қаттық қысымның үлкен айырмашылығы болған жағдайда ғана мүмкін, және де жоғары қысымды қат жоғары орналасқан. Тоқтатылған ұңғымалардың термограммалары бойынша жоғары қысымды қабаттан төмен қысымды қабатқа бағанішілік ағын орнату және қат қысымының айырмашылығын жақындап бағалау мүмкін болады.

Шегендеу колоннасының герметикалық емес жерлерін анықтау

термограммалар бойынша ағындарды анықтауға және сол белгілерге негізделген: дроссельді аномалия, калориметриялық араласу аномалиясы және термограмма көлбеуінің өзгеруі. Әдетте зумпфта бұзылыс дроссельді қыздыру аномалиясы, перфорацияланған қабаттардан жоғары - калориметрлік араластыру аномалиясы байқалады.



Бағананың герметикалығының бұзылу орны

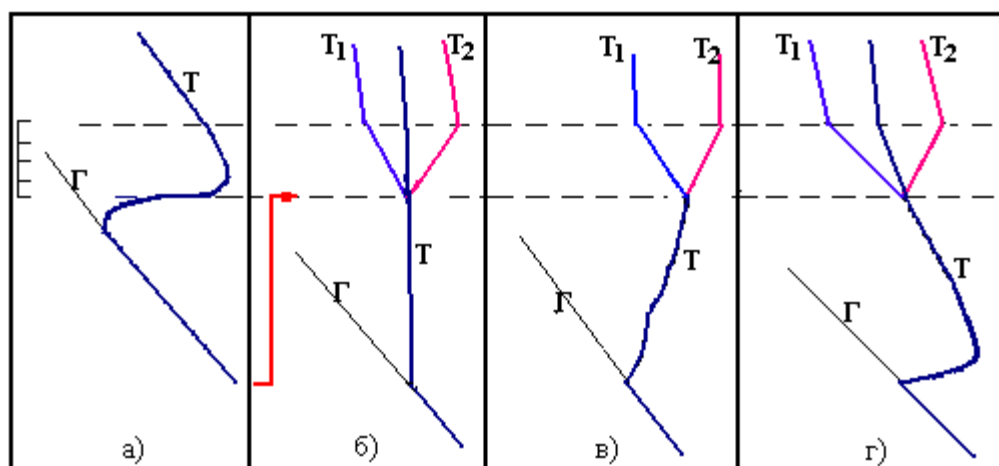
а) перфорация аралығынан төмен б) перфорация аралығынан жоғары

Сұйықтықтың колонна сыртындағы қозғалысын анықтау

Перфорацияланған төмен және одан жоғары орналасқан перфорацияланбаған су тұтқыш қабаттардан қатпарлы қозғалысты анықтау өз ерекшеліктері болады.

- Ағын аралығындағы зумпфта геотермиялық бөлінудің бұзылуы (айқын білінетін температуралық ауытқулар немесе төменгі қабаттан төмен қарай дросселдеу температуралық ауытқуының үлкен созылуы) және төменгі жұмыс істейтін

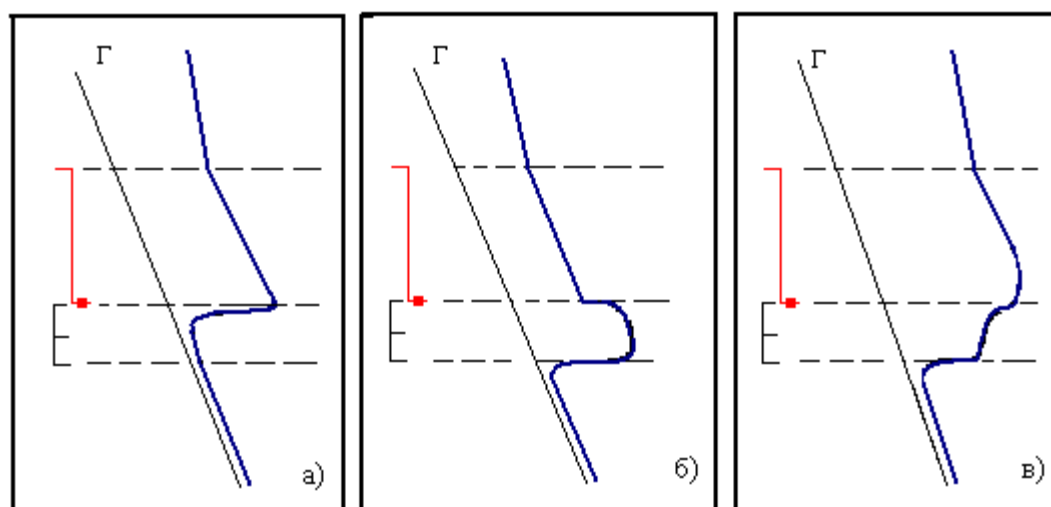
кабаттың табандық бөлігіндегі калориметриялық араластыру әсері тұз үсті қозғалысының белгілері болып табылады.



Зумпфтегі температураның ағын аралықтарында басым процестерге байланысты және сұйықтың тұздалған ағынында перфорацияланған қабатқа қарсы ықтимал таралуы:

а) ағын жоқ, қабаттағы дроссельді әсер белгіленеді; б) төменнен ағын кезінде сұйықтық ағынымен жылудың конвективті тасымалдануы; в) төменнен ағын кезінде сұйықтың қозғалыс жолы бойынша дроссельді қыздыру; г) ағын көзі-қабаттағы дроссельді әсер; Г - геотерма; б), в), г) - келіп түсетін сұйықтың температурасына байланысты ағын кезінде қабаттағы калориметрлік араластыру: $T_1 < T$, $T_2 > T$.

- Колонна сыртындағы жоғарыдан өтпе ағынның (переток) негізгі белгілері- ұңғыма оқпанындағы температуралық қисық көлбеуінің қабаттан-суландыру көзінен жоғары күрт өзгеруі (сұйықтық ағыны мен қоршаған жыныстар арасындағы жылу алмасу шарттарының өзгеруі есебінен) және перфорацияланған қабаттың шатырлы бөлігіндегі калориметриялық араластыру әсері.



а) - перфорацияланған пласт жұмыс істемейді, перфорацияланған қабаттың төбесіне ағын нәтижесінде сұйықтық түседі, термограмма көлбеуінің ағын аралығынан жоғары өзгеруі белгіленеді; б), в) - пласт жұмыс істейді, перфорацияланған қабаттың шатырында калориметриялық араластыру және перфорация аралығынан жоғары ағын

аралығында қисықтың көлбеуін өзгерту белгіленеді. Қисық көлбеу өзгеру тереңдігі ағын көзі-қабаттың орналасу орнына сәйкес келеді.

ШГН жабдықталған ұңғымаларды зерттеу кезінде құбыраралық кеңістікте температураны бөлу бойынша динамикалық деңгейдің, сорғының және НКТ қабылдаудың орналасқан жерін анықтауға болады. Сорғының температуралық ауытқуының төменге созылуы және НКТ қабылдаудағы үлкен теріс ауытқулар құбыраралық сұйықтықтың төмен қозғалуын куәландырады.

Бақылау сұрақтары:

1. Термометрия шешетін мақсаттары?
2. Сұйықтықтың колонна сыртындағы қозғалысын қалай анықтайды?
3. Шегенделген колоннаның герметикалық емес жерін анықтау тәсілі?
4. Қабаттық қысымның айырмашылығын қалай бағалайды?

Сабақ № 24

Сабақ тақырыбы: Дефектометрия нәтижелерін түсіндіру

Жоспар:

1. Дефектометрия нәтижелерін түсіндіру

ОК дефектометриясының мақсаты шегендеу бағаналарының жай-күйін бақылау және олардың ақауларын анықтау болып табылады.

Ұңғымаға түсірілген ОК сипаттамаларына мыналар жатады; бағаналардың ішкі диаметрі, қабырғалар қалыңдығы, муфталы қосылыстардың орналасқан жері және перфорация, жарықтар және коррозия нәтижесінде құбыр тұтастығының бұзылу учаскелері, тау жыныстарымен құбырлардың "құлау" орналасқан жері.

ОК жағдайын бақылау үшін механикалық, радиоактивті, индуктивті және оптикалық әдістер қолданылады.

ОК ішкі диаметрі арнайы микрокаверномерлер мен профильдер арқылы анықталады. Бұл аспаптар, негізінде, каверномерлер мен ашық оқпанға арналған профильдер сияқты орнатылған, бірақ жоғары дәлдігі бар ($\pm 0,1$ см).

Ішкі диаметр цементометрия, шығынометрия және радиометрия деректерін сандық және сапалы түсіндіру үшін білу қажет.

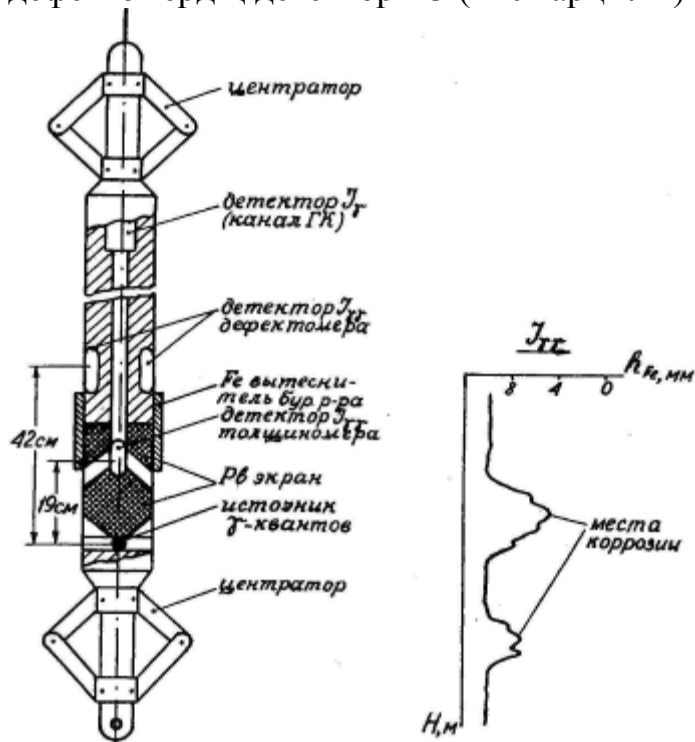
Құбыр қабырғаларының қалыңдығы механикалық кернеудің, коррозияның, жарылыс жұмыстарының әсерінен өзгеруі мүмкін.

Қабырғалардың қалыңдығын анықтау үшін ГГМ және индукциялық әдістер қолданылады.

Ү-үдефектометрияны жүзеге асыратын аспаптар әдетте кешенді болып табылады және дефектометриядан басқа ұңғымалардың цементометрия міндеттерін де шешеді. Мысалы, СГДТ-2 және СГДТ-3 сияқты ұңғымалық гамма-гамма-дефектомер-толщиномерлер бола алады. - Сур. 19.4 СГДТ - 3 ұңғыма аспабының бойлық қимасында құрылғысы көрсетілген. Құрылғы ГГК 2 зондының комбинациясы болып табылады, қысқа және ұзақ, бір көзі бар.

Ү-кванттардың көзі ретінде Cs137 радионуклид қолданылған. Қысқа қолшатыр детекторы көзден 19 см орналасқан. Бұл қашықтық және коллимациялық тесіктердің көлбеу бұрыштары шашыраңқы у-сәулеленудің қарқындылығы, негізінен, шегендеу колоннасының қалыңдығына тәуелді болатындай таңдалған. - Сур. 19.5 зондтың-

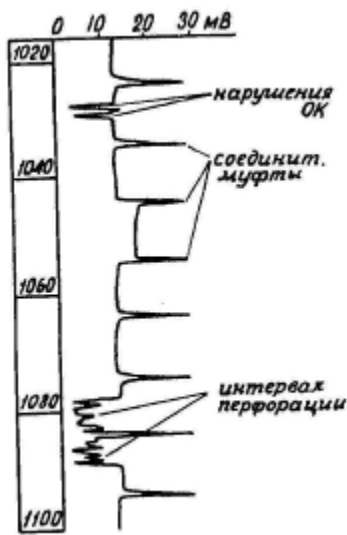
калындық өлшегішінің 1п диаграммасының мысалы келтірілген. Ұзын зонд-дефектомердің детекторы 3 (120° арқылы) цинтилляциялық есептеуіштерден тұрады.



СП жоғарғы бөлігінде ГК арнасының детекторы орнатылған, оның диаграммалары қысық толщиномер мен дефектомерді ұңғыманың тілігіне байлау үшін қызмет етеді. Аспап ұңғымада 30° - қа дейін көлбеу бұрыштарында ұңғыманың осі бойынша тұрақты қалпын қамтамасыз ететін орталықтандыратын фонарьлардың иінтіректерімен орталықтандырылады.

Аспаптың электрондық схемасы интегралды микросхемаларда орындалған және үш күштік кабель бойынша сигналдардың бетін қалыптастыруды және беруді қамтамасыз етеді.

Индукциялық дефектомерлер электромагниттік Дефектоскопия принципіне негізделген. Ұңғымалық аспап генераторлық және қабылдағыш катушкалардан тұрады, олардың арасындағы электромагниттік байланыс шегендеу құбырлары бойынша жүзеге асырылады. Генератордың айнымалы тогының жиілігі-300-400 Гц. Сигналдың өшуі Құбыр қабырғаларының қалыңдығына байланысты. Осы себепті қабылдағыш катушкада сигнал амплитудасын немесе қабылдағыш және генераторлық катушкаларда сигналдар арасындағы фазаларды ауыстыруды өлшейді. Мысал үшін сур. 19.6 индукциялық дефектометрия нәтижелерінің жазбасы келтірілген, онда ОК ақаулары да, жалғастырушы муфталар да жақсы бекітіледі.



Сур. 19.6. Индукциялық дефектометрия нәтижелерін жазу үлгісі

Оптикалық әдістер ұңғымадан суреттерді суретке түсіру және телехабар қамтиды. Олар шегендеу бағаналары мен сүзгілердің жай - күйін зерттеу үшін, ал қонбаған ұңғымаларда-геологиялық тілікті зерттеу үшін пайдаланылады.

Суретке түсіру немесе бейнені беру кезінде ұңғыма қабырғасы жарқыл шаммен жарықтандырылады. Әрине, ұңғымадағы сұйықтық мөлдір болуы керек. Қосқыш муфталардың орналасуын анықтау муфталардың (ЛМ) локаторы деп аталатын аспаптың көмегімен жүргізіледі.

Қарапайым муфтаның локаторы (сур. 19.7) катушканың екі жағынан бір-біріне қарама-қарсы аттас полюстермен орнатылған орамдар саны көп индуктивтілік катушқасынан және 2 тұрақты өзекті магниттен тұрады. Катушкалар мен магниттердің осі сәйкес келеді. Тұрақты магниттердің магнитті күштік желілері индуктивтілік катушқасын өтеді және құбыр арқылы тұйықталады. Қабырғасының тұрақты қалыңдығы бар құбырдағы локатордың қозғалысы кезінде екі магниттің магнит ағындары бірдей және бір-бірін өтейді. Индуктивтілік катушқасының шығу сигналы 0 тең. Болат қосқыш муфтаның жанынан шынтақшаны өту кезінде алдымен жоғарғы магниттің, содан кейін төменгі магниттің магнит ағыны күшейтіледі.

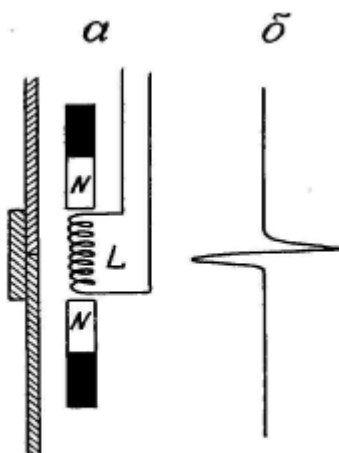


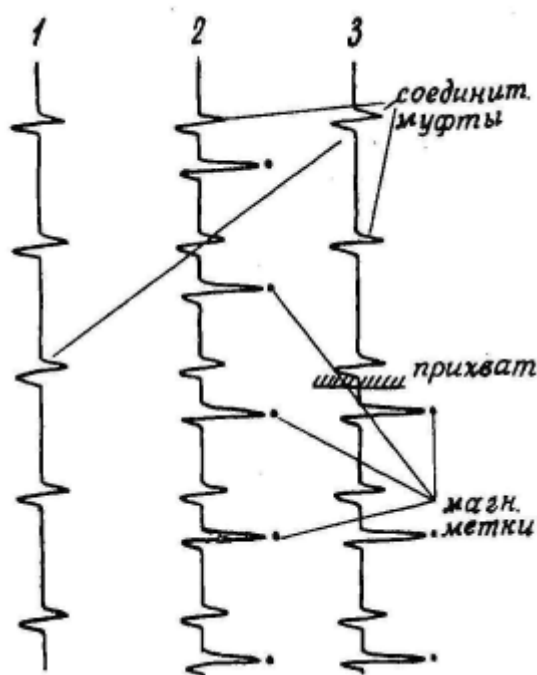
Рис. 19.7. Устройство простейшего локатора муфт (а) и вид диаграммы локатора (б)

Сур. 19.7. Муфтаның қарапайым бұйралағыш құрылғысы және локатор диаграммасының түрі (б)

Катушканың шығыстарында кернеудің екі полярлы импульсі пайда болады (сурет. 19.7, б), ол бетінде тіркеледі. Сигнал амплитудасы өте үлкен, сондықтан ешқандай күшейткіштер қажет емес. Локатор кейбір зақымдануларға әсер етеді-

жарықшақтар, перфорациялық тесіктер. ЛМ диаграммалары перфорация аралықтарын дәл байлау үшін қолданылады. Муфталар репер ретінде қызмет етеді. Олардың орналасуы ГК және ЖМ диаграммаларын бірлесіп жазу жолымен отырғызылмаған ұңғымалардың кәдімгі каротажды диаграммаларының таңбалаушы деңгейшелерімен байланыстырылады. Содан кейін перфораторларды түсіру тереңдігін бағананың муфталары бойынша тексереді. ОК ұстап қалу орындарын анықтау ұстап қалушы деп аталатын аспаптардың көмегімен жүзеге асырылады. Бұл аспаптар оның механикалық кернеуімен байланысты ОК магниттік қасиеттерінің өзгеруін қолданады. Белгілі болғандай, жоғары кернеу аз; (мұнда құбырлар тұқымға тіреледі), оның астында. Ұстағыштар муфталардың локаторы сияқты индуктивтілік катушкасын және магнит ағыны арқылы тұйықталатын тұрақты магниттердің жұбын қамтиды және индуктивтілік катушкасын қиып өтеді.

"Ұстап қалу" күйін муфтаның әдеттегі бұйралағышының көмегімен де анықтауға болады. Мұндай жұмыстардың әдістемесі 19.8. суретте түсіндіріледі.



1 - локатордың бастапқы диаграммасы; 2-магнит белгілерін орнатқаннан кейін; 3- бағананы бұрағаннан кейін

Алдымен қалыпты диаграмманы алып тастайды (қисық 1). Сонымен қатар, 2- диаграммада олар нүктелермен белгіленген. Осыдан кейін құбыр механикалық күшке ұшырайды - оны арнайы домкраттардың көмегімен шығарып немесе бұрап шығара бастайды. Бұл механикалық әсер магнит белгілерін азайтады және олар жоғалады. Бірақ, төменде механикалық күш берілмейді, және магниттік белгілер сақталады. ЛМ диаграммасын (қисық 3) тағы да түсіреді. Магниттік белгілеу жоғалған аралықтарда ұстап қалуларды анықтайды. Осыдан кейін құбыр ұсталу орнынан жоғары кесіп, қайта пайдалану үшін жер бетіне алынуы мүмкін.

Бақылау сұрақтары:

1. Дефектометрия шешетін мақсаттары?
2. Дефектомер аспаптары туралы қандай мағұлматтар келтірілген?
3. Дефектомер түрлері?

Сабақ № 25

Сабақ тақырыбы: Акустикалық цементометрия нәтижелерін түсіндіру
Жоспар:

1. АКЦ нәтижелерін түсіндіру

Цементтің колоннамен және тау жынысымен ілінісу дәрежесін зерттеу акустикалық цементометрия (АКЦ) деректері бойынша ғана анықталады. Егер құбыр бағанасында цементпен ілінісу болмаса, онда ОК қозғалған серпімділік тербелістер цемент тасына берілмейді және серпімді толқын салыстырмалы түрде аз әлсіреген кезде 5200 м/с жылдамдықпен баған бойынша таралады.

Сапалы құю жағдайында және жақсы ілінісу кезінде колонна мен цемент арасында акустикалық байланыс бар, колоннадағы серпімділік тербелістер цемент тасында осындай тербелістерді қозғайды, осыған байланысты олардың энергиясының көп бөлігі көз мен қабылдағыш арасындағы жолда шашырайды. Қабылдағыш осы тербелістердің айтарлықтай әлсіреуін және тез өшуін тіркейді.

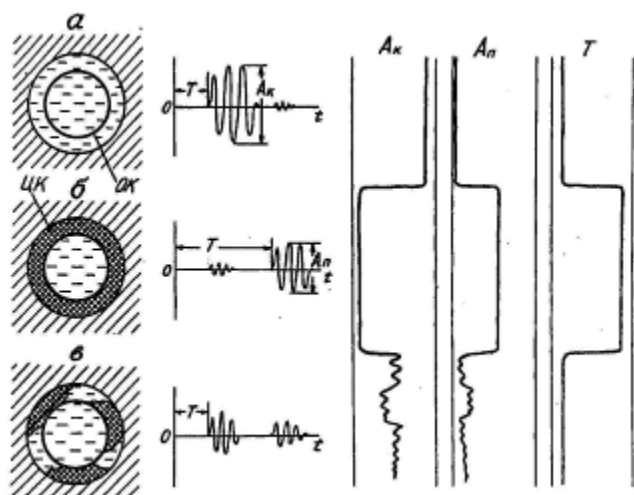
РР бірінші кіру амплитудасы әдетте келесі тербелістердің амплитудасынан аз, сондықтан АКЦ - да бірнеше тербелістердің амплитудасын сипаттайтын Ақ шамасы тіркеледі - шартты бірліктегі толқынның 3 кезеңдерінің түзетілген сигналы-үздіксіз қисық түріндегі мВ.

Ұңғыманың қабырғасымен цементтің жақсы ілінуі ақ тербелісінің Елеулі амплитудасы бар толқын жүрісінің т жоғары уақытымен көрінеді, өйткені бұл жағдайда серпінді тербелістер энергиясының көп бөлігі осы жынысқа тән жылдамдықпен тау жыныстары бойынша таралады. Шөгінді тау жыныстарының көпшілігі үшін бұл жылдамдық Болат құбырлардағы жылдамдыққа қарағанда аз (кестені қараңыз. 16.3).

Бұл VP 7000 м/с жететін күшті, күшті әктастар ғана. Осылайша, Ақ және Т қисықтарын бірлесіп қарау құбыр астындағы кеңістіктегі цементтің көтерілу биіктігін (ЖТП), ЖТП цементпен толық толтырылуын, цементтің колоннамен, ал қолайлы жағдайларда - тау жынысымен ілінісу сапасын анықтауға мүмкіндік береді.

Акустикалық цемент өлшегіштер, әдетте, сақиналы магнитострикциялық сәуле шығарғышы және сақиналы пьезоэлектрлік қабылдағышы бар екі элементті акустикалық зонд болып табылады. Зондтың ұзындығы-шамамен 2,5 м.көзі мен қабылдағыш бір - бірінен тербелістерді акустикалық-резеңке сіңіргіштермен оқшауланған. Көзі 25 кГц жиілігімен ультрадыбыстық импульс бумаларын шығарады. Бумалардың жүру жиілігі -12,5 Гц. Қабылдағыштан сигналдар күшейтіледі және жер бетіне беріледі, онда үш диаграмма түрінде өңделеді және тіркеледі: колоннамен келген толқынның Ақ-амплитудасы, ал " - жыныспен келген толқын амплитудасы және т-үлкен амплитудасы бар толқынның келу уақыты. Сонымен қатар, дискретизацияның белгілі бір қадамымен толқындық суреттерді тіркеу мүмкіндігі қарастырылған. ЭЕМ-де АКЦ деректерін өңдеуге және түсіндіруге арналған бағдарламалар бар.

Сур. 19.3 бірнеше жеке жағдайлар үшін АКЦ нәтижелері ұсынылған.



Сур. 19.3. Акустикалық цементометрияның нәтижелері: а - құбыр астындағы кеңістікте цемент болмаған кезде; б-құбыр астындағы кеңістікті толық толтырған кезде және цемент тастарының шегендеу бағанасымен және ұңғыманың қабырғасымен жақсы ілінуі кезінде; в-құбыр астындағы кеңістікті цемент тастарымен ішінара толтырған кезде

Құбыр сыртындағы кеңістікте цемент болмаған жағдайда (а) баған бойынша келген бірінші толқынның барынша амплитудасы болады. ЗТП толық толтырылған және жақсы ілініс болған жағдайда (б) баған бойынша келген толқынның жыныс бойынша кейінірек келген кіші амплитудасы бар - үлкен. Бұл жағдайда A_k қисығының минимумына сәйкес келеді және A_n жоғары көрсеткіштері және т.б. ЗП (в) толық толтырылмаған жағдайда бірінші баған бойынша толқын келеді, T ең аз, A_k қисығында - аралық көрсеткіштер.

Осылайша, АҚО ұңғымаларды цементтеу сапасын бағалаудың әмбебап және ақпараттық әдісі болып табылады.

Бақылау сұрақтары:

1. Ұңғымалық акустикалық цемент өлшегіш қалай құрылды?
2. Құбыр сыртындағы кеңістікте цемент болмаған кезде акустикалық цементометрия нәтижелері.
3. Құбыр сыртындағы кеңістікті толық толтыру және шегендеу бағанасымен және ұңғыманың қабырғасымен цемент тастың жақсы ілінуі кезіндегі акустикалық цементометрияның нәтижелері.
4. Құбыр сыртындағы кеңістікті цемент тастарымен ішінара толтыру кезіндегі акустикалық цементометрия нәтижелері.

Сабақ № 24

Сабақ тақырыбы: Мұнай және газ кен орындарындағы каротаж мәліметтері бойынша геологиялық құрылымдар

Жоспар:

1. Мұнай және газ кен орындарындағы каротаж мәліметтері бойынша геологиялық құрылымдар

Типтік, қалыпты және жиынтық геологиялық-геофизиялық тілікті құру. Типтік, қалыпты, жиынтық қималар әртүрлі ұңғымалардың геологиялық қималарын корреляциялаудың (яғни байланыстырудың) негізі және интерпретация эталоны болып табылады.

Үлгі қима-бұл литологиялық және негізгі геофизикалық сипаттамалар салыстырылатын орташаланған геологиялық-геофизикалық қима. Ол бір жағынан геологиялық қабаттанудың жүйелілігін, олардың орташа көрінетін қуатын, литологиялық құрамын, жасын және мұнайға қанықтығын және екінші жағынан негізгі геофизикалық сипаттамалардың орташаланған мәнін (КС, кс, кс, ГК, НТК және т.б.) көрсетеді.

Кесіндіде олардың геологиялық белгілерін көрсете отырып, қат-реперлер бөлінеді. Каротаж кезінде қабылданған тереңдік ауқымында тілік жасалады (әдетте 1; 500). Негізінде Типтік тілік салынатын ұңғымалардың тектоникалық асқынулары болмауы тиіс. Типтік геологиялық-геофизикалық қиманың мысалы суретте келтірілген. 25.1. Қалыпты тілік үлгілік тек қана шынайы, көрінбейтін емес, қабаттардың қуатынан ерекшеленеді. Оны үлгілік қуаттарды қабаттар мен ұңғыманы қарсы алудың орташа бұрышының косинусына көбейту арқылы алуға болады.

Жиынтық тілік кен орнының геологиялық құрылымы литологияның өзгеруімен және қабаттардың қуаттылығымен ерекшеленетін жағдайларда құрайды. Жиынтық геологиялық-геофизикалық қиманы салу кезінде бағананы бірнеше ұңғымадан, ал каротаждық диаграммаларды бір ұңғымадан алады.

Ұңғымалар қималарын Корреляция және профильді геологиялық-геофизикалық қималарды құру. Ұңғымалар қималарының корреляциясы кен орындарының геологиялық құрылымын зерттеуде маңызды рөл атқарады. Корреляция үшін тек сапалы диаграммаларды таңдап, оларға Керн зерттеулерінің нәтижелерін шығарады. Өртүрлі ұңғымалардағы каротаждық диаграммалардың масштабы бірдей болуы тиіс. Корреляция пласт-реперлерді бөліп алу және олардың түрлі ұңғымаларда жату тереңдігін анықтау болып табылады.

Реперлер ретінде екі талапты қанағаттандыратын қабаттарды таңдайды: біріншіден, олар каротаждық диаграммаларда тән ауытқулар жасауы тиіс, екіншіден, үлкен аянда қадағалануы тиіс.

Жақсы реперлер, мысалы, карбонатты шөгінділер арасындағы құм-сазды қабаттар немесе керісінше, терриген жыныстарының арасындағы әктастар болуы мүмкін. Каротаждың деректері геологиялық деректер бойынша бөлінбейтін репердерді бөлуге мүмкіндік береді.

Корреляция кезінде сызбаға каротаждық диаграммаларды ұңғымалардың орналасу тәртібімен енгізе отырып және тиісті қат-реперлердің шекараларын өзара жалғай отырып, корреляциялық схемалар салынады. Бұл ретте белгілі бір репердің бетін бейнелейтін белгілер бір көлденең сызықта орналасады.

Корреляциялық схемалар жеке горизонттардың төзімділік дәрежесін бағалауға, тектоникалық бұзылыстарды, ажырамайтын құрылымдарды, трансгрессивті жатыс пен Т. Б. анықтауға мүмкіндік береді.

- Сур. 25.2 бір свитаның басқасына трансгрессивті жатуын анықтайтын корреляция мысалы келтірілген (В. Н. Дахнов бойынша).

Профильді қималар кен орнының тік жазықтықтағы геологиялық құрылымын көрсетеді. Оларды жезөкшелікпен және жезөкшелікпен айналысады. Тіліктерді құру үшін тілік жазықтығында жатпайтын ұңғымалар да пайдаланылуы мүмкін-оларды жыныстардың кеңеюі бағыты бойынша оған жобалайды. Тік масштабы әдетте көлденең қарағанда үлкен. Ұңғыма осьтерінің бойымен стандартты каротаж диаграммалары шығарылады.

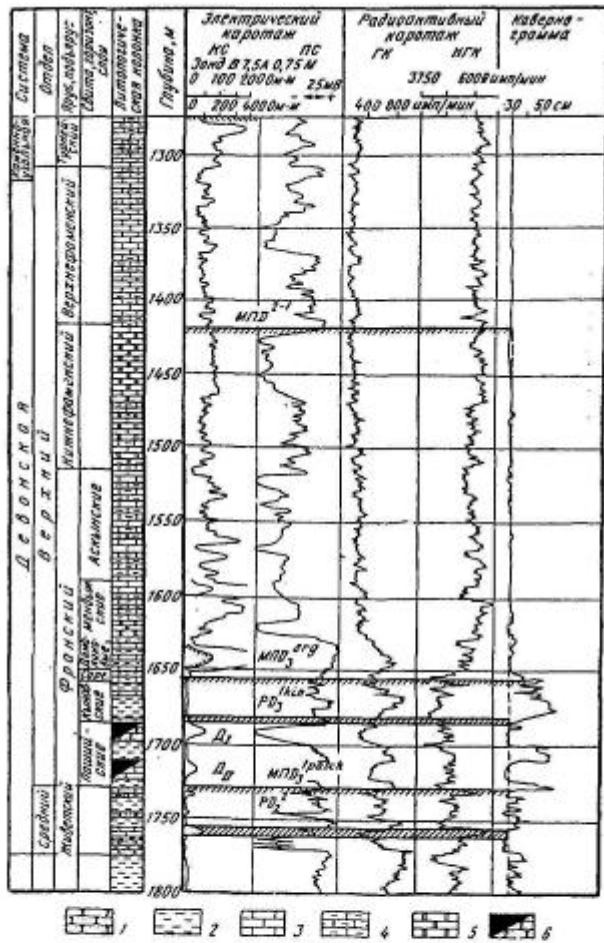
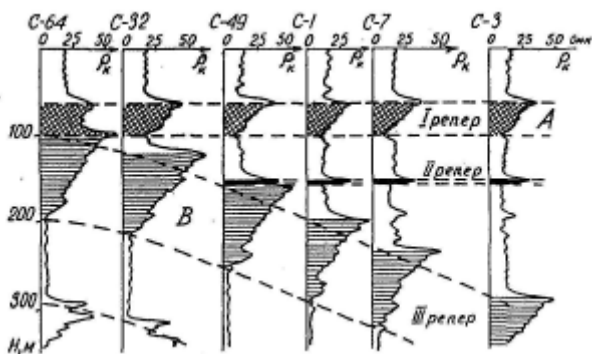


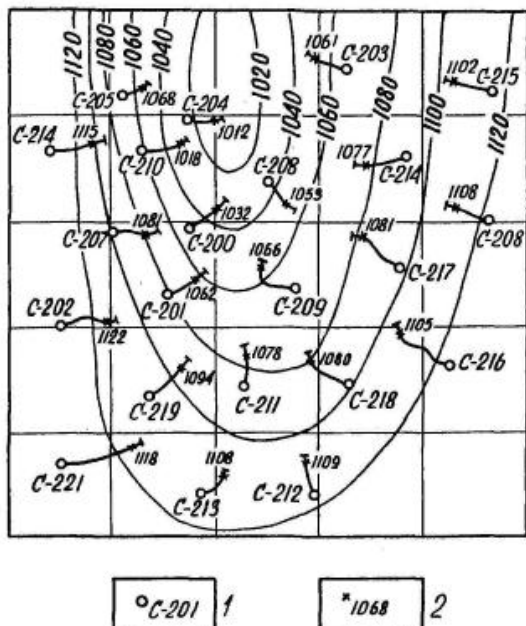
Рис. 23.5. Типовой геолого-геофизический разрез девонских отложений месторождения Туймазы (по В.В. Шамковой и Р.С. Сабитову). На разрезе указаны реперы (Р) и маркирующие поверхности (МП): PD_2^2 - известняк; $МПD_3^{1\text{pasch}}$ - пашийские слои, кровля известняка; PD_3^{kin} - кыновский известняк "кинжал"; $МПD_3^{2rg}$ - саргаевский известняк; $МПD_3^{2-1}$ - фаменская свита, известняк; D_I и D_{II} - нефтеносные песчаники; 1 - песчаник; 2 - аргиллит; 3 - известняк; 4 - глинистый известняк; 5 - доломит; 6 - нефтеносный песчаник



25.2 сурет. Жыныстар қалыңдығын А свитасының трансгрессивті жатуында анықтайтын корреляция мысалы (В. Н. Дахнов бойынша))

Әртүрлі карталарды құру. Құрылымдық карталар кен орнының құрылысын изогипс түрінде (тең тереңдік сызықтары) немесе өнімді Горизонт табаны түрінде бейнелейді.

Ол үшін ұңғымалар сағаларының орналасу нүктелерін жоспарға шығарады, әрбір ұңғыманың көлденең проекцияларын салады және оларға ұңғыманы құрылымдық горизонтпен қарсы алу нүктелерін шығарады. Осы нүктелердің жанында кездесу нүктесінің абсолютті белгісін жазып, тең тереңдік сызықтарын жүргізеді. Мұнай қабаттарының бірінің құрылымдық картасының мысалы суретте келтірілген. 25.3.



Сурет 25.3-құрылымдық карта үлгісі
М 1: 25000.

1-ұңғыманың сағасы және оның нөмірі; 2-ұңғыманың құрылымдық бетімен қарсы алу нүктесі және оның тереңдігі

Тең қуат карталары (изопахит карталары) өнімді қабаттың қуатының өзгеруін сипаттайды. Тең қуаттың оқшауламасы шынайы немесе қабаттың тиімді қуаты бойынша жүргізіледі.

Тиімді қуат қабаттың барлық су өткізбейтін қабаттар мен суға қанықпаған (шартты ВНК төмен) бөлігін шегере отырып, қабаттың толық шынайы қуаты ретінде анықталады. Тең тиімді қуаттар карталары-кен орнының қорларын есептеу үшін негізгі бастапқы құжаттардың бірі.

Көлденең кесіндінің карталары (немесе қаттық карталар) кен орнының геологиялық құрылымы оның көлденең кесіндісінде белгілі бір тереңдікте ($H=const$) ұсынады. Көлденең кесік карталарын профильдік тіліктер бойынша салған кезде таңдалған көлденең жазықтықтың геологиялық шекаралармен қиылысу орнын анықтайды, оларды жоспарға шығарады және қосады.

Бақылау сұрақтары:

1. Типтік геологиялық-геофизикалық кесуде қанша ұңғыма бар?
2. Ұңғыма тіліктерінің корреляциясын қалай орындайды?
3. Пласт-репер қандай талаптарды қанағаттандыруы тиіс?
4. Құрылымдық карталар қалай құрылады?

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Интернет энциклопедия <https://www.wikipedia.org/>

2. Safety of Wireline Operations Guidance on the Rig Up/Down of Wireline Lubricators and Toolstrings-2003
3. The Lifting Operations and Lifting Equipment Regulations 1998 (SI 1998 No. 2307)(LOLER)
4. Интернет ресурс <http://publications.iodp.org/>