

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Қ.Тұрысов атындағы геология және мұнай-газ ісі институты

Мұнай инженериясының кафедрасы

Жаңабай Аида

“Қабатты гидрожару барысында жарықшақтардың өткізгіштігі мен таралу бағытын бағалау және есептеу”

Дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B070800-Мұнай-газ ісі


Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Қ.Тұрысов атындағы геология және мұнай-газ ісі институты
Мұнай инженериясының кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

 М.К.Сыздықов

«17» 05 2019ж.

Дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

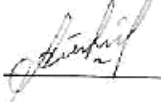
Тақырыбы: Қабатты гидрожару барысында жарықпақтардың өткізгіштігі
мен таралу бағытын бағалау және есептеу

5B070800-Мұнай-газ ісі

Орындаған:

Жанабай А.А.

Ғылыми жетекші:

 А. І. Нусипкожаев

«___» _____ 2019ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

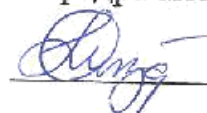
Қ.Тұрысов атындағы геология және мұнай-газ ісі институты

Мұнай инженериясының кафедрасы

5B070800-Мұнай-газ ісі

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

 М.К.СЫЗДЫКОВ

«15» 01 2019ж.

Дипломдық жоба орындауға

ТАПСЫРМА

Білім алушы Жаңабай Аида Артықбайқызы

Тақырыбы Қабатты гидрожару барысында жарықшақтардың өткізгіштігі мен таралу бағытын бағалау және есептеу

Университет ректорының "17" қазан 2019 ж. №1167-б бұйрығымен
бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «30» сәуір 2019 ж.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

а) Қабатты гидрожару жайлы жалпы мағлұмат

ә) Жарықшақтың бағытын бақылайтын факторлар

б) Гидрожару кезінде жарықшақтардың өткізгіштігін болжауға қажетті математикалық модельдер

в) Гидрожару процесін модельдеуге қажетті бағдарламалар







г) Гидрожару тиімділігінің диагностикасы

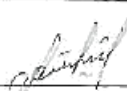

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс): тау жынысының кернеулерінің және деформациясының тәуелділігі, бір осьті, екі осьті және үш осьті өзекшелерді ұстағыштардың және сынаулардың схемалық мысалдары, массивтің КДЖ байланысты жарықшақтың бағыты. Ұсынылатын негізгі әдебиет: 9 әдебиеттен тұрады

Дипломдық жобаны (жұмысты) дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Қабатты гидрожару жайлы жалпы мағлұмат	22.04.19	Технологияға шолу жасау
Жарықшақтың бағытын бақылайтын факторлар	24.04.19	Геомеханикалық қасиеттерді толықтыру
Гидрожару кезінде жарықшақтардың өткізгіштігін болжауға қажетті математикалық модельдер	24.04.19	Есептеулер қосу
Гидрожару процесін модельдеуге қажетті бағдарламалар	26.04.19	GOHFER бағдарламасын мысалға алу
Гидрожару тиімділігінің диагностикасы	02.05.19	Тиімділік есептеу формулаларын жазу

Дипломдық жоба (жұмыс) бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушының аяқталған жобаға (жұмысқа) қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Қабатты гидрожару жайлы жалпы мағлұмат	А. І. Нусипкожаев лектор	02.05.2019	
Жарықшақтың бағытын бақылайтын факторлар	А. І. Нусипкожаев лектор	02.05.2019	
Гидрожару кезінде жарықшақтардың өткізгіштігін болжауға қажетті математикалық модельдер	А. І. Нусипкожаев лектор	02.05.2019	
Гидрожару процесін модельдеуге қажетті бағдарламалар	А. І. Нусипкожаев лектор	02.05.2019	
Гидрожару тиімділігінің диагностикасы	А. І. Нусипкожаев лектор	02.05.2019	
Норма бақылау	А. І. Нусипкожаев лектор	02.05.2019	

Ғылыми жетекші  А. І. Нусипкожаев
Тапсырманы орындауға алған білім алушы  А. А. Жаңабай
Күні " 02 " мамыр 2019 ж

Пайдаланылған қысқартылған сөздер тізімі

ББЗ – Беттік белсенді заттар

СКҚ – Сорап компрессорлы құбырлар

КДК – Кернеулі деформацияланған күй

РКН - Перкинс-Керн-Нордрен

GDK - Христианович-Герцма-де Клерк

АҢДАТПА

«Қабатты гидрожару барысында жарықшақтардың өткізгіштігі мен таралу бағытын бағалау және есептеу» тақырыбына дипломдық жоба.

Кілт сөздер : қабатты гидрожару, жарықшақ, тау қысымы, гидрожару сұйықтықтары, кернеулер, өткізгіштік.

Жұмыс кіріспеден, гидрожару жайлы жалпы мағлұмат бөлімінен және жарықшақтың бағытын бақылайтын факторлар және жарықшақтың өткізгіштігін болжауға қажетті математикалық модельдер бөлімінен, гидрожару процесін модельдеуге қажетті бағдарламалар және де гидрожару тиімділігінің диагностикасы бөлімдерінен, қорытындыдан және пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады.

Кіріспеде таңдалынған тақырыптың өзектілігі ашылып, жұмыс барысы мен мақсаты көрсетіледі.

Гидрожару жайлы жалпы мағлұмат бөлімінде гидрожару туралы қысқаша, түсінікті айтылып кеткен. Жарықшақтың бағытына әсер ететін факторлар келтірілген. Жарықшақтың өткізгіштігін болжайтын математикалық модельдер туралы нақты мәліметтер берілген. Гидрожару процесін модельдеуге қажетті бағдарламалар бөлімінде мысал ретінде бір бағдарлама жайлы мағлұмат беріледі. Гидрожару тиімділігінің диагностикасы жайлы толық ақпарат беріледі.

Соңғы бөлімде жасалған жұмыстарды жалпылай келе қорытынды жасалынған.

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект на тему: "Оценка и расчет проводимости и пространственной ориентации трещин при ГРП".

Ключевые слова: гидроразрыв пласта, трещина, горное давление, жидкости гидроразрыва, напряжения, проводимость.

Работа состоит из введения, раздела общих сведений о гидроразрыве и раздела математических моделей, необходимых для прогнозирования проницаемости трещин и факторов, контролирующих направление трещин, программ, необходимых для моделирования процесса гидроразрыва и диагностики эффективности гидроразрыва, заключения и списка использованной литературы.

Во введении раскрывается актуальность выбранной темы, указывается ход и цель работы.

В разделе общая информация о гидроразрыве изложена краткая и понятная информация о гидроразрыве. Приведены факторы, влияющие на направление трещин. Приведены данные о математических моделях, предполагающих проводимость трещин. В разделе программ, необходимых для моделирования процесса гидроразрыва, в качестве примера приводится информация об одной программе. Подробно представлена информация о диагностике эффективности гидроразрыва.

В заключительной части сделаны обобщенные выводы.

ABSTRACT

The theme of the graduation project: "Calculation of fracture conductivity and orientation during hydraulic fracturing".

Key words: hydraulic fracturing, fractures, rock pressure, hydraulic fracturing fluids, stresses, conductivity.

The work consists of an introduction, a section for General information about hydraulic fracturing and section the mathematical models necessary to predict the permeability of fractures and the factors that control the direction of fractures, the programs needed to simulate the process of hydraulic fracturing and diagnosing the efficiency of hydraulic fracturing, conclusion and list of references.

The introduction reveals the relevance of the selected topic, indicates the progress and purpose of the work.

In the section General information on hydraulic fracturing provides a brief and clear information about hydraulic fracturing. The factors influencing the direction of fractures are given. Data on mathematical models involving fracture conductivity are presented. In the section of the programming needed to simulate the process of hydraulic fracturing, as an example, provides information on one program. Detailed information on the diagnosis of hydraulic fracturing efficiency is presented.

In the final part the generalized conclusions are made.

Мазмұны

Кіріспе.....	10
1. Қабатты гидрожару жайлы жалпы мағлұмат.....	11
2. Жарықшақтың бағытын бақылайтын факторлар	
2.1 Гидрожарудың тиімділігіне әсер ететін тау жыныстарының геомеханикалық қасиеттері.....	14
2.2 Гидрожару сұйықтықтарының құрамы мен қасиеттері.....	20
2.3 Қабаттағы басты кернеулер.....	26
2.4 Қабаттың табиғи жарықшақтары.....	27
3. Гидрожару кезінде жарықшақтардың өткізгіштігін болжауға қажетті математикалық модельдер.....	29
4. Гидрожару процесін модельдеуге қажетті бағдарламалар.....	31
5. Гидрожару тиімділігінің диагностикасы.....	32
6. Қорытынды.....	35
7. Пайдаланылған әдебиеттер.....	36

КІРІСПЕ

Мұнай өндіруді арттыруда ұңғыманың түп маңы аймағына әсер ету әдістері үлкен маңызға ие.

Мұнай мен газ өндірудің жоғары деңгейін қамтамасыз ету үшін, жаңа кен орындарды барлау мен игерумен қатар, мұнай бергіштікті ұлғайтуға және мұнай өндіруді қарқындатуға ерекше назар аударылады.

Көптеген жағдайларда бұл үшін бұрғылаудан және цементтеуден, игеруден және жөндеуден кейін немесе ұзақ пайдаланудан кейін ағынның қарқындылығын арттыру мақсатында ластанған ұңғының түп маңы аймағын тазалауға мүмкіндік әдістерді жүргізу қажет.

Өнімді қабаттың өткізгіштігін қалпына келтіру үшін қабаттың түп маңы аймағына кешенді әсер ететін химиялық және физико-химиялық операциялар жүргізу арқылы қол жеткізуге болады. Қабаттың ұңғылармен гидродинамикалық байланысы бұзылуының көптеген себептері бар болғандықтан, қазіргі уақытта осы бұзушылықтарды жою тәсілдерінің өте көп саны әзірленді және пайдаланылады.

Осындай тәсілдердің бірі-қабаттың гидравликалық жарылуы. Бұл әдіс қатты, тығыз жыныстары бар (күмтас, әктас, доломит және т. б.) қабаттарда қолданылады.

Гидравликалық жару, қабаттарға және түп маңы аймағына әсер етіп, ұңғымалардың өнімділігін арттырады, сонымен қатар мұнай бергіштікті арттырады. Ұңғымалардың өнімділігін және қабаттың мұнай беруін арттыру, мұнай кен орындарын барлау және игеру кезінде әдісті кеңінен қолдануға себепші болады.

Гидравликалық жару физикалық процесс ретінде анықталуы мүмкін, бұл кезде тау жынысы ұңғымаға айдалатын сұйықтық қысымының қабатқа әсері арқасында бұзылады. Жарудан кейін флюидтің қысымы жарықшақты ұлғайтады, оның табиғи жарықшақтар жүйесімен, сондай-ақ өткізгіштігі жоғары аймақтармен байланысын қамтамасыз етеді, осылайша ұңғыма дренажының ауданын кеңейтеді және оның дебитінің едәуір ұлғаюына ықпал етеді.

Теориялық білімдерді жетілдіру, жару сұйықтықтарын және проппанттарды жақсарту арқасында жарықшақ пайда болу операциясының табыстылық коэффициентін 90% - ға дейін жақындатуға қол жеткізілді. Оң нәтижелер бұл әдісті тығыз қабаттардан тұратын пайдалану немесе айдау ұңғымаларын игеруде қажетті әдіс ретінде мойындауға әкелді.

1. Қабатты гидрожару жайлы жалпы мағлұмат

"Мұнай кен орындарын игеру" оқу әдістемесінде автор Покрепин Б. В, игеру жағдайлары күрделі мұнай кен орындарында біртектес емес, өткізгіштігі төмен қабаттарда қабатты гидрожару әдісі оңтайлы екенін айтады. Сондай-ақ, қабатты гидрожару нәтижесінде түп аймақ маңында гидравликалық кедергінің төмендеуі және ұңғыманың сүзгіш бетінің ұлғаюы есебінен өндіруші немесе айдау ұңғымаларының дебиті көбейеді, сондай-ақ әлсіз сорылатын аймақтарды қазбаға қосу есебінен ақырғы мұнай беру ұлғаяды. [1]

Қабатты гидравликалық жару – өнімді қабатта бар жарықшақтарды үлкейту, кеңейту және жаңа жарықшақтардың пайда болуы үшін ұңғының түп маңы аймағын гидравликалық жару процесі. Қабаттың гидравликалық жарылуы қабаттың түп маңы аймағының өткізгіштігін арттыру үшін жүргізіледі. Гидрожарудың негізі өнімді қабатқа айдалатын сұйықтықтың қысымымен оны механикалық бұзу болып табылады. Пайда болған жарықшақтарды сақтау және олардың қабырғаларының жабылып қалмауын болдырмау үшін жарықшақтарға қысым төмендегеннен кейін ірі түйіршікті құм айдалады. Жаңа жарықшақтар пайда болуы немесе ескілері кеңейтілуі үшін қабатта тау қысымынан және жыныстың беріктігінен асатын қысым туындату қажет. Бұл шартты орындау үшін қабатқа сіңірілетін сұйықтық мөлшерінен асатын шығынмен сұйықтық айдалады және онда қажетті қысым жасауды қамтамасыз етеді. Сұйықтықты айдау шығыны мен қысымы қабаттың өткізгіштігі, оның кеуектілігі және т. б. деректер бойынша алдын-ала есептеледі.

Қабатты гидравликалық жару келесідей жүргізіледі:

- а) жарылуға жататын қабат аймағында пакерлер орнатылады ;
- б) құбырлардың арнайы бағанасымен қабатта жарықшақтардың пайда болуы үшін сұйықтықты айдайды. Пакерлерді орнату - пайдалану колоннасын сұйықтық қысымынан түсіру қажеттілігімен, сондай-ақ пакерлер арасындағы қабаттың белгілі бір аралығының жүктелуін қамтамасыз етумен байланысты;
- в) жарықшаққа ірі түйіршікті құм айдалады, ол онда қалады және сұйықтықтың қысымы төмендегеннен кейін жарықшақтар қабырғаларының жабылып қалуына кедергі жасайды. Гидрожару жүргізу кезіндегі жұмыстардың реті мынадай.

Дайындық жұмыстары. Қабаттың гидравликалық жарылуы кезінде, қысым пайдалану колоннасына шекті қысымнан асқан жағдайда, колоннада пакерлер орнату керек. Гидрожаруға арналған агрегаттарды орнату орындарын агрегаттарды орнатуға және коммуникацияларды төсеуге кедергі келтіретін бөгде заттардан босатылуы тиіс.

Осыдан кейін келесі операциялар орындалады:

1. Ұңғыма сағасында ұңғыма ішіндегі жабдықты түсіру және орнату кезінде құбыр бағанасын түсіру-көтеру үшін жерасты жөндеу агрегаты орнатылады. Ұңғыманың жанында тікелей гидрожаруды орындауға арналған жабдықтар, сорғы және құм араластырғыш агрегаттар, цистерналар және басқа да жабдықтар орналасады.

2. Ұңғымадан пайдалану жабдығы алынады. Ұңғыма түбінің тереңдігін, жарылуға жататын қабаттың орналасуын нақтылайды.
3. Ұңғыманы ластанулар мен құмды тығындарды жою үшін жуады.
4. СКҚ колоннасында пакер түсіріледі және перфорацияның жоғарғы тесігінен 5-10 м жоғары орнатылады. Гидрожару технологиясына байланысты екінші пакер — перфорациялық тесіктерден төмен орнатылуы мүмкін.
5. Ұңғыманы жуады және оқпанына дейін сұйықтықпен толтырады: егер пайдалану ұңғымасы болса — газсыздандырылған мұнаймен, егер айдау ұңғымасы болса — сумен.
6. Пакерді ұңғымаға құйылатын сұйықтықпен нығыздайды. Бұл түсірілген СКҚ ішкі қуысында қысым жасайды, ал герметизация сапасын ұңғыманың сақиналы кеңістігінен сұйықтықтың төгілуінің болмауы бойынша бақыланады.
7. Нығыздалғаннан кейін ұңғыма сағасын байлайды. Ол үшін сағаның арнайы арматурасын пайдаланады.

Тікелей гидрожару келесідей орындалады:

1. Сорғы агрегатпен ұңғымаға қабаттың физикалық-механикалық ерекшеліктеріне байланысты жоғары тұтқырлығы бар сұйықтық айдалады, сұйықтықтың екі түрі болады: көмірсутек негізінде сұйықтықтар немесе су ерітінділері негізінде. Бірінші жағдайда шикі жоғары тұтқырлы мұнай, қоюланған керосин немесе дизель отыны, екінші жағдайда — су, сульфитспиртті барда, тұз қышқылының қоюландырылған ерітінділері болуы мүмкін.
2. СКҚ колоннасына жарықшақтар пайда болғаннан кейін құм тасушы сұйықтықты айдауды бастайды. Бұл қабаттың жарылуында қолданылған сұйықтық болуы мүмкін, бірақ құммен аралас. Құм тасушы сұйықтықты барлық сорғы агрегаттарымен ең жоғары қысымда айдайды. Сұйықтықтағы құмның құрамын 1 м^3 сұйықтыққа 100-600 кг шегінде өзгертеді. Құм жынысқа қарағанда берік және өте үлкен болуы керек. Гидрожару алдында оны саз бен шаңнан жуады және құм-фракциялар мөлшері бойынша електейді. Ең қолайлы фракция—0,5-1,0 мм түйіршігі бар құм. Ұңғымаға айдалатын құмның жалпы саны жарықшақтың ұзындығына байланысты және 4-тен 20 т дейінгі шектерде өзгереді.
3. Сұйықтықты беруді тоқтатпай және қысым төмендетпей құм тасушы сұйықтықты айдау аяқталғаннан кейін ұңғымаға басу сұйықтықты айдауды бастайды, оның көлемі пакер түсірілген сорғы—компрессорлық құбырлардың және зумпфа көлемінен $1,5-2 \text{ м}^3$ артық болуы тиіс. Басу сұйықтық ретінде аз тұтқыр мұнай немесе беттік белсендірілген заттармен өңделген суды пайдаланады. Мұнай ұңғымаларына құм тасушы сұйықтық құйылғаннан кейін құмсыз $2-2,5 \text{ м}^3$ таза сұйықтықты айдайды, содан кейін басу сұйықтығы

— суды айдауға кіріседі. Бұл жағдайда су көлемін оның қабатқа түсуінің алдын алатындай етіп таңдайды.

Қорытынды жұмыстар келесідей орындалады:

1. Басу сұйықтықты құйғаннан кейін ұңғыма сағасын СКҚ колоннасындағы қысым атмосфералық немесе оған жақынға дейін азайғанша жабады. Бұл гидрожару кезінде жасалған жарықшақтардан құмның шығарылуын және құмды тығындардың пайда болуын болдырмау үшін қажет.
2. Пакерді үзеді және жер бетіне ұңғыма ішіндегі жабдықты шығарады.
3. Ұңғыманы қабатқа түспеген және ұңғы түбіне жиналған құмнан жуады.
4. Ұңғыманы игеру әдеттегі жолмен жүргізіледі. [\[2\]](#)

2. Жарықшақтың бағытын бақылайтын факторлар

2.1. Гидрожарудың тиімділігіне әсер ететін тау жыныстарының геомеханикалық қасиеттері

Гидрожару жүргізу кезінде жарықшақтың дамуы екі факторға байланысты:

- 1) табиғи тау кернеулеріне;
- 2) Тау жыныстарының геомеханикалық қасиеттеріне. Бұл сипаттамалар гидрожаруды жоспарлау кезінде қарастырылуы тиіс.

Екі маңызды болжам пайдаланылады:

1. бұл қабат біртекті және серпімді (жыныстардың кернеулерінің және деформацияларының сызықтық қатынастары Юнг модулімен және Пуассон коэффициентімен көрсетілген).
2. жарықшақты түзетін сұйықтық сығылмайтын болып табылады, ал ұңғыманы толтыратын ерітіндінің қысымы 0,465 psi/ft гидравликалық градиентке тең.

Зертханалық және далалық зерттеулерден тау жыныстарының белгілі бір түрлеріне ерекше қасиеттер сәйкес келетіні белгілі. Мысалы, тығыз саз құм немесе әктасқа қарағанда жарылыстың қысымына басқаша жауап береді. Тау жыныстарының қасиеттері (Юнг серпімділік модулі, Пуассон коэффициенті және үзілуге беріктілік шегі) гидрожару кезіндегі олардың әрекеттеріне әсер етеді. Жарықшақтар тығыз саз (немесе әктас) аймағына өнімді аралықтан дамығанда, жарықшақтың даму жылдамдығы тау жыныстарының қасиеттеріне байланысты өзгереді. Әдетте, тығыз су өткізбейтін аймақтар тік жарықшақты шектейді немесе кем дегенде жарықшақтың даму жылдамдығын төмендетеді.

Гидравликалық жарудың механизмін түсіну үшін тау жыныстарының геомеханикасының негізгі техникалық терминдерін білу маңызды.

Серпімді дене, оның кеңістіктегі қозғалысы күш қолданғанда шектелген кезде, деформацияланады.

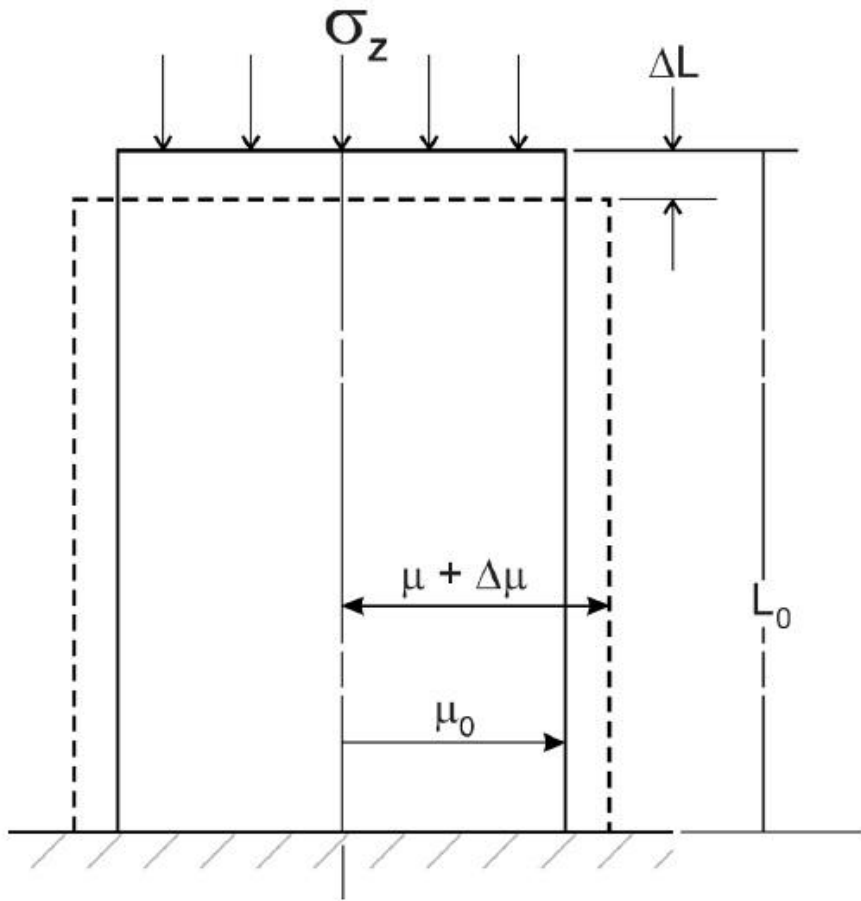
$$\text{Юнг Модулі} = \frac{\text{Кернеу}(\delta)}{\text{Деформация}(\varepsilon)} = \frac{F/A}{\Delta r/r_0} \left[\frac{\text{lbs/in}^2}{\text{in/in}} \right] \quad (1)$$

$$\text{Гук заңы} \quad \frac{F}{A}(\delta) = (E) \frac{\Delta r}{r_0}(\varepsilon) \quad (2)$$

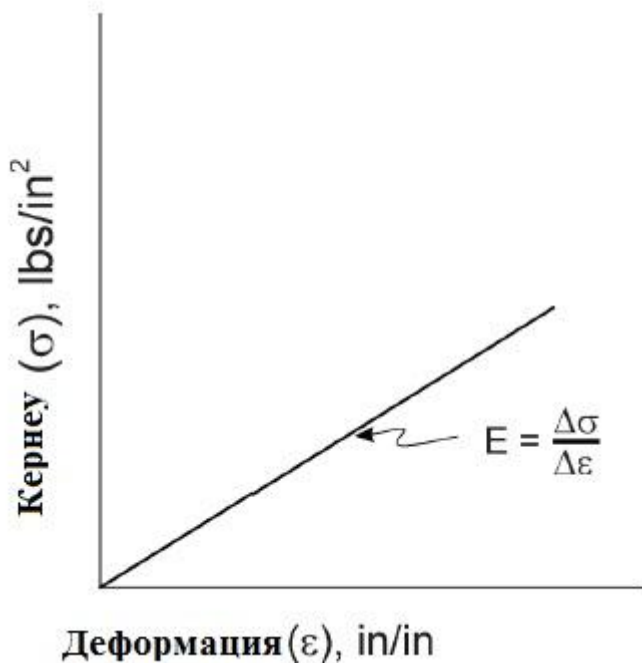
Серпімді дененің кернеуі берілген деформацияға тікелей пропорционалды екенін көрсету үшін теңдеу түрлендірілуі мүмкін, мұнда пропорционалдық константасы-Юнг модулі; бұл тәуелділік Гук заңы ретінде белгілі.

Созылу - берілген кернеуден туындаған бастапқы ұзындыққа немесе еніне қатысты дене деформациясының өлшемі:

- (a) дене ұзындығының өзгеруі ($\Delta L / L_0$),
- (b) бастапқы радиус немесе дене диаметріне қатысты цилиндр радиусының немесе диаметрінің өзгеруі ($\Delta r / r_0$ немесе $\Delta d / d_0$)
- (c) бастапқы көлемге қатысты көлемнің өзгеруі ($\Delta V / V_0$),



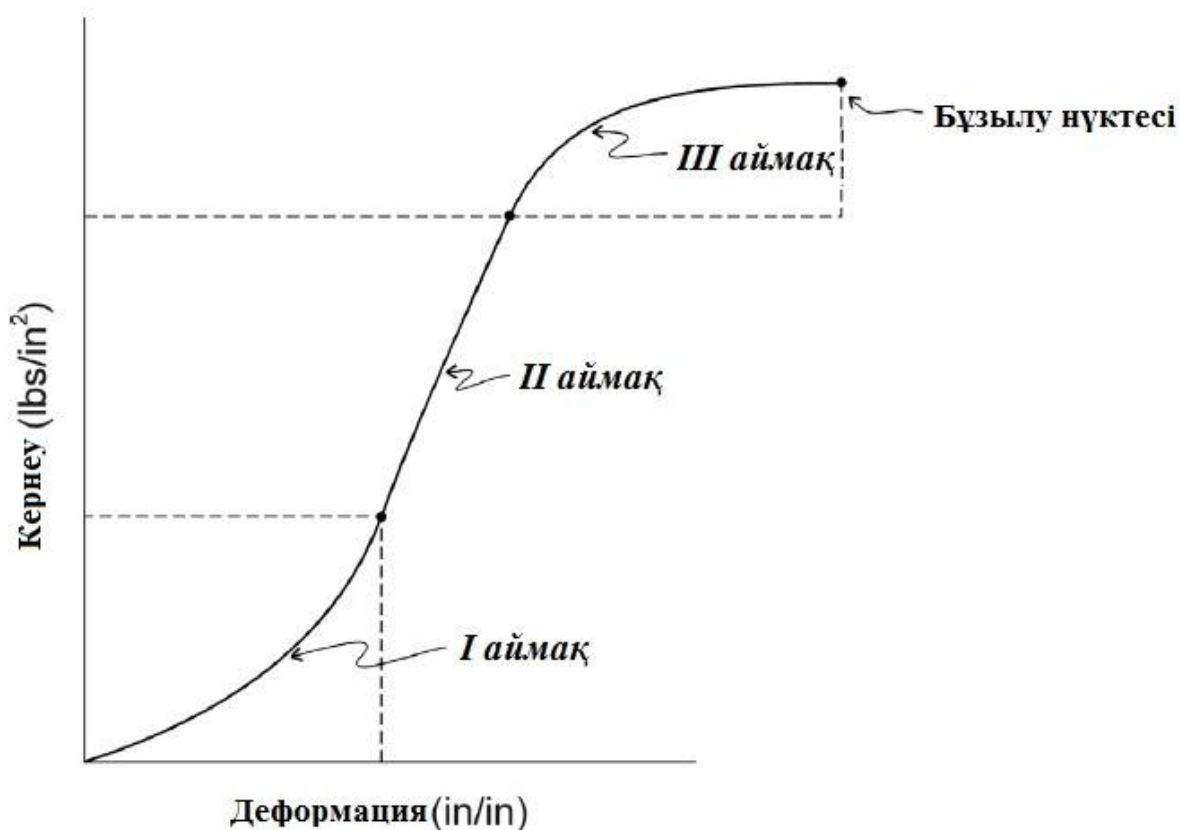
Сурет-3.1. Тегіс бетке тірелетін және тік қысу кернеуіне ұшыраған цилиндр (фунт / дюйм²).



Сурет-3.2. Гук Заңы. Деформация кернеуге пропорционалды. Сызықтың көлбеуі Юнг серпімділік модуліне тең.

Егер 1-суретте көрсетілген цилиндр изотропты серпімді дене болса, онда бүйірлік деформация (радиустың деформациясы) берілген қысу кернеуіне пропорционалды, ал сызықтың көлбеуі Юнг модуліне тең (сурет-2)

Кернеу графигі - жыныстың деформациясы S-тәрізді формада болады, онда тау жынысы берілген кернеу нәтижесінде бұзылатын (жарықшақтар) үш аймақ анық байқалады (сурет. 3).



Сурет-3.3. Тау жынысының кернеулерінің және деформациясының тәуелділігі. I аймақ: Микрожарықшақтардың жабылуы есебінен туындаған пластикалық деформация. II аймақ: тау жыныс матрица материалының серпімді сығылуы. III аймақ: түсірілген кернеуге байланысты түзілген микрожарықшақтардың орын алуымен сипатталатын пластикалық деформация нүктесі.

I аймақтың қисықтығы табиғи микрожарықшақтардың жабылуына байланысты, ал кернеу ұлғайған кезде тау жынысының деформациясы, II аймаққа әкелетін, берілген кернеу мен деформация арасындағы сызықтық тәуелділікті береді. III аймақта жаңа микрожарықшақтар пайда болады, себебі кернеу, қисықтың соңында тау жыныстары бұзылмайынша қолданылады.

1-суретте көрсетілгендей, берілген кернеу (σ_z) цилиндрлік корпустың цилиндрлік өзекшенің радиусының бойымен радиалды түрде кеңеюіне алып келеді (бүйірлік деформация) және осьтік ұзындығын бойлай ұзындығы азаяды (осьтік деформация). Көлденең осьтік деформацияға қатынасы-Пуассон коэффициенті болып табылады:

$$\nu = - \frac{\Delta d/d_0 \left[\frac{\text{in}}{\text{in}} \right]}{\Delta L/L_0 \left[\frac{\text{in}}{\text{in}} \right]} \quad (3)$$

Көлемдік серпімділік модулі дене көлемінің азаюына байланысты, тең күш барлық тараптарға қолданылғанда пайда болады. Бұл сумен қаныққан керн сұйықтықпен толтырылған қатты қабырғалары бар контейнерге орналастырылғанда болады. Керн қоршаған сұйықтықтың сыртқы қысымы артады, қысым дененің барлық бөліктеріне біркелкі әсер етеді, демек, дененің барлық көлемі азаяды. Сұйықтықпен қаныққан кеуекті дененің кеңеюі - қарама-қарсы болып табылады:

$$K_B = \frac{F/A}{\Delta V/V_0} \left[\frac{\text{lbs/in}^2}{\text{in}^3/\text{in}^3} \right] = \frac{E}{3(1-2\nu)} \quad (4)$$

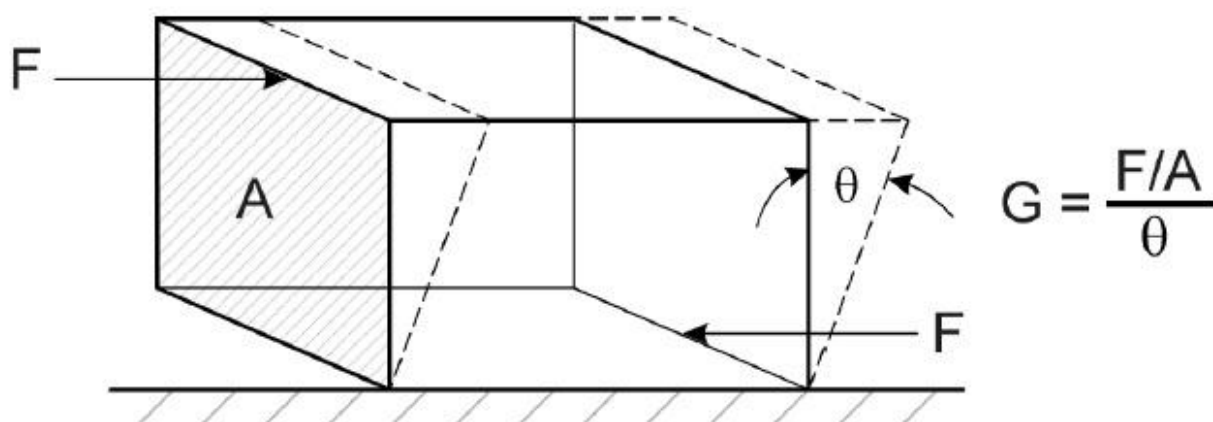
Көлемді модуль-дененің сығылуының кері өлшемі:

$$C_b = - \frac{1}{V_b} \left(\frac{\delta V}{\delta P} \right) = \frac{1}{K_B} \quad (5)$$

Егер дененің параллель жазықтықтары оларды бір-бірінен қарама-қарсы бұрыштық бағыттарда жылжытатын күштердің әсеріне ұшыраса, денеге көрсетілетін энергия оны айналдыруға немесе жұлуға тырысады.

Бұрышқа ығысу кернеуінің қатынасы, оның бастапқы қалпынан түзілген деформациямен, қаттылық өлшемі немесе дененің пішінін өзгертуге қарсы тұру болып табылатын *ығысу модулі* болып табылады (сурет. 4):

$$G = \frac{\text{ығысу кернеуі}}{\text{Деформация бұрышы}} = \frac{F/A}{\theta} \left[\frac{\text{lbs/in}^2}{\text{радиан}} \right] = \frac{E}{2(1+\nu)} \quad (6)$$



Сурет-3.4. Ығысу модулі ығысу кернеуінің деформация бұрышына қатынасы болып табылады (θ , радиандарда көрсетілген).

Қабаттық жыныстардың серпімділік қасиеттері акустикалық каротаждың көмегімен өлшенеді (ол бойлық және көлденең толқындар жылдамдығының мәнін анықтайды). Бұл каротаж қабаттың көлемді тығыздығын алу үшін тығыздық каротажбен біріктіріледі. Содан кейін серпімділік қасиеттер келесідей есептеледі:

$$E = \frac{u_s^2 \rho_b (3u_c^2 - 4u_s^2)}{u_c^2 - u_s^2} - \text{Юнг модулі} \quad (7)$$

$$G = \rho_b u_s^2 \quad - \text{Ығысу модулі} \quad (8)$$

$$\nu = \frac{u_c^2 - 2u_s^2}{2(u_c^2 - u_x^2)} \quad - \text{Пуассон коэффициенті} \quad (9)$$

u - қозғалыс жылдамдығы

р – ТЫҒЫЗДЫК

Мысал. Бір осьті тест есептеу үлгісі цилиндрлік ұстағыш өзек арқылы жүргізіледі (сурет - 5). Мысалы, өзек ұзындығы 2,5 дюйм, диаметрі 1 дюйм, ал тік жүктеме (σ_z) өзекшенің жоғарғы бөлігінің бетіне салынған 18 000 фунт. Ұзындығы $3 \cdot 10^{-3}$ дюймді, ал диаметрі $5 \cdot 10^{-4}$ дюймді, өзекшеге бекітілген тензометриялық датчиктердің көмегімен өлшенеді.

$$\delta_z = \frac{F}{A} = \frac{18\,000}{\pi \left(\frac{1.0}{2}\right)^2} = 22\,918 \text{ psi}$$

$$\varepsilon_z = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{2.5} = 1.2 \cdot 10^{-3}$$

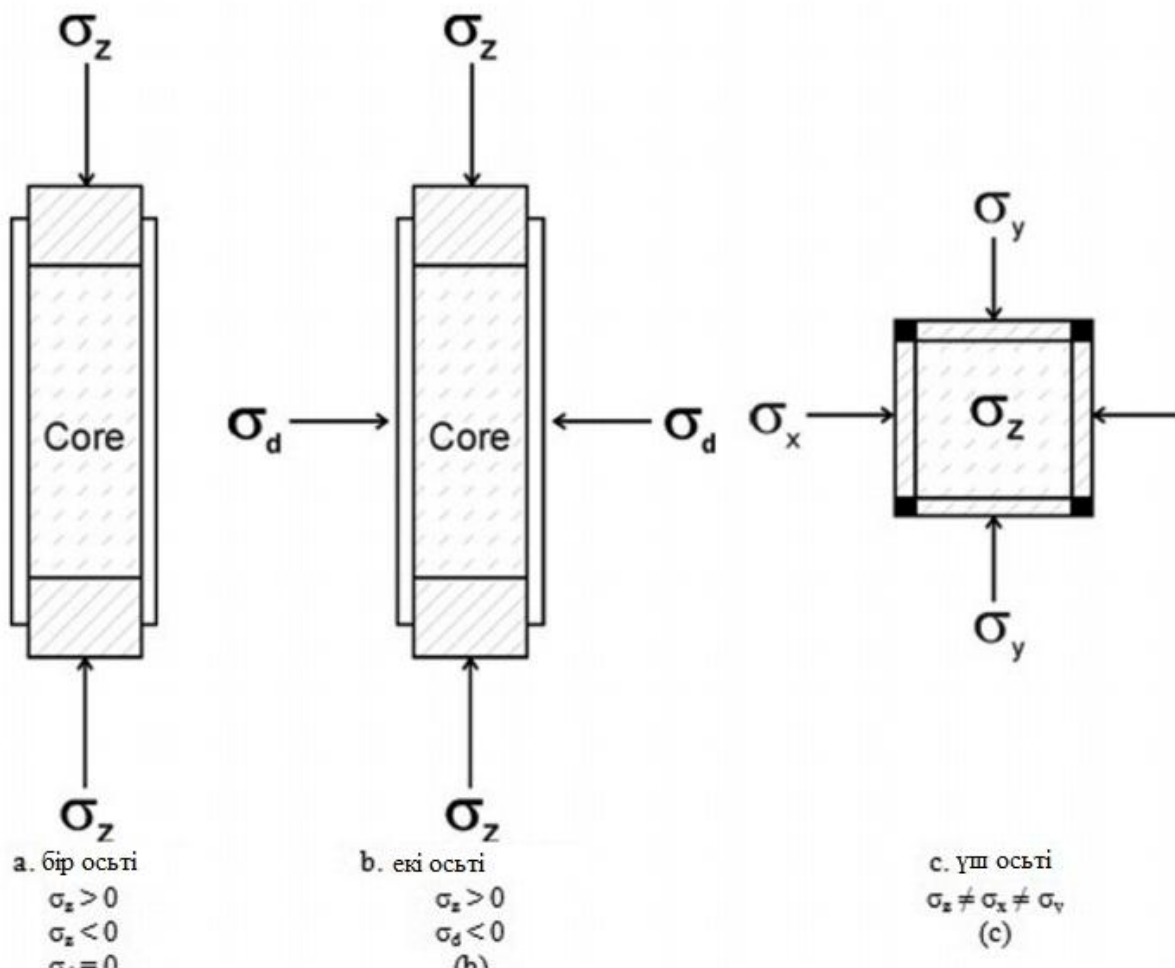
$$\text{Юнг модулі}(E) = \frac{22.918}{1.2 \cdot 10^{-3}} = 19.1 \cdot 10^6$$

$$\text{Коэффициент Пуассона } (\nu) = \frac{\Delta d/d_0}{\Delta L/L_0} = \frac{5 \cdot 10^{-4}}{1.2 \cdot 10^{-3}} = 0.42$$

$$\text{Көлемдік серпімділік модулі } (K_B) = \frac{E}{3(1-2\nu)} = \frac{19.1 \cdot 10^6}{0.54} = 35.4 \cdot 10^6$$

$$\text{Көлемдік сығылу } (C_b) = \frac{1}{K} = \frac{1}{35.4 \cdot 10^6} = 0.028 \cdot 10^{-6}$$

$$\text{Ығысу модулі } (G) = \frac{E}{2(1+\nu)} = \frac{19.1 \cdot 10^6}{2.84} = 6.7 \cdot 10^6$$



Сурет – 3.5 бір осьті, екі осьті және үш осьті өзекшелерді ұстағыштардың және сынаулардың схемалық мысалдары.[\[3\]](#)

2.2 Гидрожару сұйықтықтарының құрамы мен қасиеттері

Гидрожару нәтижелі өту үшін, гидрожару сұйықтықтары белгілі бір талаптарды қанағаттандыруы тиіс:

- қабатпен үйлесімділік, яғни жыныстың өткізгіштігін төмендетпеу;
- қабат сұйықтығымен үйлесімділігі;
- пропантты ұстап тұру және жарықшақтың тереңіне тасымалдау қабілеті;
- пропантты тасымалдау үшін жарықшақтың қажетті гидравликалық енін қамтамасыз ету;
- өңдеуден кейін қабаттан оңай алып тастау қабілеті;
- гидрожару жабдығы мен ұңғымаға жүктемені төмендету үшін үйкеліске қысымның барынша төмен шығынын қамтамасыз ету;
- кәсіптік жағдайларда сұйықтықты оңай дайындау;
- гидрожару өткізу уақыты бойы реологиялық қасиеттердің жеткілікті тұрақтылығы;
- өңдеудің қолайлы құнын қамтамасыз ететін экономикалық тиімділік.

Қабатпен үйлесімділігі ең маңызды болып табылады. Егер гидрожару сұйықтығының химиялық табиғаты қабаттың өткізгіштігін төмендетіп, қабатта бар табиғи саздың ісінуі мен көшуін туындатса, гидрожарумен өңдеу әсері болмайды. Сондай-ақ, егер сұйықтықты қабаттық мұнаймен араластыру кезінде тұрақты эмульсия пайда болса, бұл өңдеу тиімділігінің төмендеуіне әкеледі.

Гидрожару сұйықтықтары шөгінді бермеуі керек. Термиялық сұйылтудан тұтқырлықты тез жоғалтатын сұйықтық жоғары температуралы ұңғымаларда гидрожару үшін (қабат температурасы 85 градус цельсий және одан жоғары) жарамсыз. Гидрожару сұйықтығы термиялық тұрақтылыққа ие болуы тиіс.

Гидрожару сұйықтығы құн тұрғысынан тиімді және кәсіптік жағдайда оңай араласуы (дайындау үшін ыңғайлы болуы) тиіс. Геологиялық жағдайларға (тау жыныс типі, суға сезімталдық), өңдеу түріне байланысты гидрожару сұйықтығының негізі әртүрлі болуы мүмкін.

Гидрожару сұйықтығының қасиеттері:

- Сұйықтықтың тұтқырлығы оның қозғалысқа кедергі жасау мүмкіндігін сипаттайды. Тұтқырлығы ұңғы түп маңы аймағындағы жарықшақтың енін бақылайды және пропанттың тасымалдануына әсер етеді.
- Сұйықтықтың ағып кетуі жарықшақтағы флюидтің мөлшерін анықтайды және жарықшақтың геометриясына әсер етеді.
- Гидрожару сұйықтығының тығыздығы гидростатикалық градиентті анықтайды және пропантты тасымалдауға әсер етеді.

- Үйкеліс сағалық қысымға және айдау жылдамдығына әсер етеді.

Гидрожару сұйықтықтарының түрлері:

Су негізіндегі сұйықтықтар

Су негізіндегі гидрожару сұйықтықтарының басқа негіздегі сұйықтықтар алдында бірқатар артықшылықтары бар (мұнай немесе қышқыл):

- үнемділік. Сұйықтықтың негізі-су, мұнайға, дизель отынына, конденсатқа, метанолға және қышқылға қарағанда әлдеқайда арзан;
- мұнай, газ және метанолмен салыстырғанда сұйықтық бағанасының гидростатикалық қысымы үлкенірек;
- өрт қауіпсіздігі. су негізіндегі сұйықтықтар жанбайды және отқа қауіпті емес;
- қарапайым дайындау және сипаттамаларды басқару оңайлығы.

Су оңай және арзан негіз болып табылады, бірақ оның пропантты көтеру қабілеті өте төмен. Бір қызығы, бастапқыда су гидрожару жүргізу кезінде қабатқа айдалатын негізгі сұйықтық болды, алайда, көп ұзамай одан бас тартты. Өйткені, тұтқырлығы аз болғандықтан, ол пропантты нашар тасымалдады, пропант жай ғана ұңғымада шөгіп және операция жүргізуге кедергі жасады. Бүгін, қуатты сорғы қондырғылары мен жоғары айдау жылдамдығының арқасында, бұл мәселені шешу мүмкін – пропант жай ғана ұңғымада шөгіп үлгермейді. Мәселені шешу - тұтқырлықты арттыратын қоюландырғыштарды қолдану арқылы табылды. Суды қоюландыру үшін түрлі полимерлер қолданылады.

Полимер қосылған сұйықтық пропантты беттік жағдайларда ұстап тұруға қабілетті, бірақ қабаттық температураға жеткен кезде тұтқырлығы төмендейді. Термиялық сұйылтудың әсерін өтеу үшін полимердің концентрациясын арттыруға болады, бірақ мұндай әдіс экономикалық тиімсіз. Полимер гидрожару сұйықтығының негізін қалаушы компонент болғандықтан, су негізіндегі сұйықтықта негізгі сипаттамасы оның концентрациясы болып табылады.

Гидрожарудың сызықтық сұйықтықтары

Полимер және қосымша қоспалары (ББЗ, саз тұрақтандырғыштар және т. б.) бар гидрожару сұйықтығы сызықтық деп аталады және ньютондық заңмен сипатталады. Өткізгіштігі төмен қабаттарда (0,1 мД-дан кем) сызықтық гельдер ағып кетуді жақсы бақылайды, ал өткізгіштігі анағұрлым жоғары кезде сұйықтықтың ағып кетуі айтарлықтай болуы мүмкін. Сызықтық гельдерді өткізгіштігі төмен коллекторларда қолданғанда жарықшақтың бетінде қалың сүзгіш қабыршақ пайда болады, бұл жарықшақтың өткізгіштігіне теріс әсер етуі мүмкін. Өткізгіштігі жоғары коллекторларда сызықтық гельдерді қолданған жағдайда сүзгіш қабыршақ түзілмейді.

Сызықты сұйықтықтарды қолданудың негізгі салалары:

- төмен қабат температуралары (60°C);
- ең жоғары шектеулі концентрациясы бар, мөлшері аз табиғи пропанттарды қолдану.

Қабаттық жағдайларда сұйықтықтың реологиялық көрсеткіштерін жақсарту тәсілдерінің бірі полимердің концентрациясын арттыру болып табылады, алайда бұл жоғары тұтқырлыққа әкеледі. Мәселені шешудің бірі химреагенттерді айдау болды. Бұл ретте сұйықтық сағадан перфорация аралығына дейін айдау процесінде қажетті тұтқырлықты алады.

Көмірсутегі негізіндегі сұйықтықтардың артықшылықтары мен кемшіліктерін қарастырайық:

Артықшылықтары:

- суға сезімтал жыныстармен үйлесімді;

Кемшіліктер:

- өрт қаупі жоғары;
- құны жоғары;
- сұйықтықты дайындау және оның параметрлерін басқару күрделілігі;

Қышқыл негізіндегі гидрожару сұйықтықтары

Қышқылдық гидрожару жүргізу кезінде қышқыл (әдетте HCl) қабаттың жарылуы немесе бар табиғи жарықшақтарды ашу үшін жеткілікті қысыммен қабатқа айдалады. Қышқылдың жіберілуі кезінде тау жынысымен реакция жүреді, бұл ретте өткізілетін арналар пайда болады, олар әдетте гидрожару жүргізілгеннен кейін ашық қалады. Каналдардың пайда болуы қышқыл мен тау жынысының біркелкі емес реакциясымен байланысты. Жарықшақтың тиімді ұзындығы қышқыл тау жыныстарын "жеп қойған" соң пайда болған арналардың ұзындығымен сипатталады. Жарықшақтың ұзындығы айдау қышқылының санына, оның реакция жылдамдығына және қабатқа сүзілуіне тікелей байланысты. Жүргізілген гидрожарудың әсері түзілген жарықшақтың ұзындығына тікелей байланысты.

Кейбір жағдайларда, мысалы, карбонатты коллекторы бар ұңғыманы қарастырған кезде пропант пен қышқылды гидрожару арасында таңдау туындайды. Технологиялық табыстылық және орындау тұрғысынан қышқылдық гидрожару, пропант айдауға қарағанда айтарлықтай табысты, бұл пропант шөгу сияқты тәуекелдерге байланысты. Қышқылдық гидрожарудың маңызды кемшіліктерінің бірі-қышқылдың қымбат құны.

Гидрожару сұйықтықтарының қоспалары

Алғашқы гидрожару сұйықтықтарына кезінде тек газолин, напалм және құм қолданылды. Гидрожарудың қазіргі сұйықтықтары күрделі және 7-8 қоспадан тұрады. Қандай да бір қоспаларды қолдану қажеттілігі сервистік компанияның зертханасында тестілеу кезінде анықталады. Қоспалардың негізгілеріне тоқтап кетсек.

Деструкторлар (брейкерлер)

Жарықшақтың ішінде пропантты тасымалдау үшін тұтқырлығы жоғары сұйықтық пайдаланылады. Гидрожару сұйықтығының тұтқырлығын төмендету

үшін полимерді шағын молекулалық массасы бар фрагменттерге ыдырататын деструкторлар қолданылады.

Беттік белсенді заттар және деэмульгаторлар

Беттік белсенді зат(ББЗ) ішкі бетті іздейтін және басым жағдайларды өзгерту қабілеті бар молекула ретінде анықтауға болады. ББЗ әрдайым екі бөліктен тұрады: суда ерімейтін, бірақ мұнайда еритін көмірсутегінің ұзын тізбегі және суда жақсы еритін екінші бөлігі. Олардың суда және мұнайда ішінара ерігендігіне байланысты ББЗ ішкі бетінде жинақтауға ұмтылатын болады.

Эмульсияның тұтқырлығы кең көлемде болуы мүмкін. Эмульсияның пайда болуы қабаттың түп маңы аймағында ағынның шектелуіне алып келеді.

Беттік-белсенді табиғатына байланысты ББЗ эмульгаторлар мен деэмульгаторлар ретінде әрекет ете алады. "Мұнай/су" нақты үйлесімі үшін деэмульгатор ретіндегі ББЗ-тың тиімділігі зертханалық жағдайларда тексерілуі тиіс.

Жоғарыда сипатталғандай, гидрожарудың кейбір сұйықтықтары көмірсутектер мен судан тұратын эмульсия болып табылады. Эмульгирленген сұйықтықты қолдану кезінде өңдеу аяқталғаннан кейін эмульсияны бұзу үшін қабаттағы ББЗ адсорбциясын қамтамасыз ету қажет.

Саз тұрақтандырғыштар

Зертханалық зерттеулер мен кәсіптік деректер саздың ісінуі мен қоныс аударуынан коллектордың тесігі бітеліп, гидрожару нәтижесі теріс болатынын көрсетті. Бұл ретте, саз келесі факторлардың салдарынан өткізгіштікті төмендететінін атап өту керек:

- сазды бөлшектердің ісінуі, нәтижесінде жыныстың өткізгіштігі азаяды;
- балшықты минералдардың бұзылуы, нәтижесінде олардың қабаттың кеуекті кеңістігінде көшуі болады, соның нәтижесінде кеуекті каналдардың бітелуі болады.

Саздың теріс әсері арнайы реагенттер – саз тұрақтандырғыштарын пайдалану арқылы төмендеуі мүмкін. Саздың кең таралған стабилизаторлары төменде жазылған реагенттер болып табылады:

- калий хлориді;
- аммоний хлориді;
- кальций хлориді;
- цирконий тұздары.

Үйкеліс бәсеңдеткіштері

Үйкеліс бәсеңдеткіштері үйкеліс қысымын азайтады, гидрожару сұйықтығының ағынының турбуленттілігін басады.

Көлденең жарықшақтың пайда болуы

Егер ұңғыманың түп маңы аймағына сүзгіштігі орташа сұйықтықты айдайтын болса, онда сүзу ұңғыманың түп маңы аймағының, әдетте жарықшақтардың болуымен анықталатын өткізгіштігі жоғары аймағында басталады. Сүзу бірнеше факторларға байланысты қысымның ΔP_ϕ белгілі бір өзгеруі кезінде ғана мүмкін:

$$\Delta P_\phi = P_{\text{түптік}} - P_{\text{қабат}} \quad (10)$$

Бұл жағдайда әлсіз сүзгіш сұйықтық көлденең жарықшақтың ұзындығын арттырады. Бұл ретте, оң нәтиже тек сұйықтықтың айдалуының белгілі бір қарқыны кезінде ғана алынуы мүмкін. Сұйықтықты айдаудың ең аз қарқыны эмпирикалық тәуелділік бойынша анықталады:

$$Q_{\min} \geq 10^6 \frac{\pi R_T w_0}{\mu} \quad (11)$$

мұнда Q_{\min} -көлденең жарықшақ пайда болуы үшін сорғы агрегатының жару сұйықтығын ең аз беру мәні, $\text{м}^3 / \text{с}$;

R_T - көлденең жарықшақтың радиусы, м;

w_0 - ұңғыма қабырғасындағы жарықшақтың ені, м;

μ – жару сұйықтығының тұтқырлығы, $\text{мПа} \cdot \text{с}$.

Көлденең жарықшақтың және сүзілетін сұйықтықтың пайда болуы мүмкін, бұл айдау қарқыны мен қысымының айтарлықтай ұлғаюына байланысты.

Тік жарықшақтың пайда болуы

Егер жару сұйықтығы сүзілмейтін болса, онда айдау қысымының жоғарылауына қарай тау жынысындағы кернеу артады. Тау жынысының сығылу беріктігінің шегінен асатын белгілі бір кернеу кезінде тау жынысының жарылуы болады. Физикалық түрде бұл процесс келесідей өтеді. Айдау қысымының өсуіне қарай тау жынысындағы кернеу өседі және оны сығу процесі жүреді. Сығу сығуға беріктікпен анықталатын белгілі бір шегіне дейін жүреді. Осы шектен асқаннан кейін тау жынысы ұлғайған қысуға қарсы тұра алмайды және тау жынысы бұзылады. Айдау қысымын алып тастағаннан кейін қалдық жарықшақтар пайда болады, әдетте, тік бағдарда.

Жару сұйықтықтың айдаудың ең аз қарқыны келесі эмпирикалық тәуелділік бойынша есептеледі:

$$Q_{\min} \geq 10^6 \frac{h w_0}{\mu} \quad (12)$$

мұнда, Q_{\min} -тік жарықшақ пайда болуы үшін сорғыш агрегат жару сұйықтығын ең аз берілу мәні, $\text{м}^3 / \text{с}$;

h - қабаттың қалыңдығы, м.

Айдау процесінде сұйықтықтың белгілі бір бөлігі тау жынысына сүзгіленетін болғандықтан, сұйықтықты айдаудың нақты қарқыны Q_d мынадай формула бойынша есептелуі тиіс[4]:

$$Q_d = Q_{\min} + \Delta Q_{\phi} \quad (13)$$

2.3. Қабаттағы басты кернеулер

Қазіргі уақытта тау жыныстарының кернеуі акустикалық каротаждан (зерттелетін жыныс үлгісі арқылы көлденең және бойлық толқындардың таралу жылдамдығын өлшеуді қамтитын дипольді акустикалық каротаж сияқты) анықталады. Бұл каротаж әдеттегіден әлдеқайда қымбат екеніне қарамастан, жарықшақтың биіктігінің өсу ықтималдығына және бірнеше өнімді қабаттарда аяқталған ұңғымаларда жарықшақтың пайда болуының салыстырмалы ықтималдығына қатысты баға жетпес ақпарат береді. Кен орынның барлық ұңғымалары үшін пайдаланылуы мүмкін тау кернеулерінің профилін алу үшін, бір рет дипольды акустикалық каротаж жүргізу жеткілікті болуы мүмкін.

Қолданбалы геомеханика шеңберінде шешілетін басты міндеттердің бірі тау жыныстары массивінің кернеулі-деформацияланған жағдайы (КДЖ) туралы сенімді ақпарат алу болып табылады. КДЖ туралы ақпарат жобалау сатыларында да, кен орындарын игерудің барлық технологиялық үдерістерінің кешенін практикалық іске асыру процесінде де, әртүрлі мақсаттағы жер асты құрылыстарын салу мен пайдалану барысында да кеңінен қолданылады.

Гидрожару операциясын орындау кезінде жарықшақтың бағыты тау жыныстары массивінің КДЖ-на байланысты көлденең немесе тік бағытта бағдарланады. Жарықшақтың бағыты ең аз кернеуге перпендикуляр бағытта жүреді.

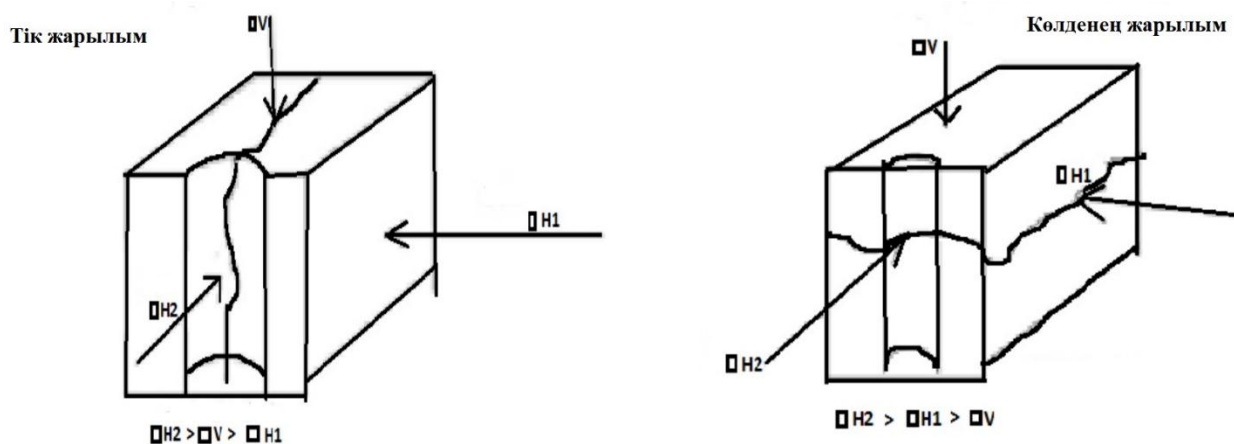
- Тік кернеу: $P_{\text{тік}} = \rho g L \quad (14)$

ρ - жоғарыдан басып тұрған өнімді горизонт жыныстарының орташа тығыздығы, L - ұңғыма тереңдігі.

- Көлденең кернеу: $P_{\text{көлд}} = P_{\text{тік}} * \frac{n}{1-n} \quad (15)$

n – Пуассон коэффициенті

Көптеген ұңғымаларда тік жарықшақтар орын алады. Жарылымның жарықшағы бір-біріне 180° бұрышпен бағытталған екі қанатты құрайды. Егер көлденең кернеу тік кернеуден артық болса, ұңғымада көлденең жарылым орын алады. б-суретте тау жыныстары массивінің КДЖ байланысты жарықшақтың даму бағыттары көрсетілген.



Сурет – 3.6. Массивтің ҚДЖ байланысты жарықшақтың бағыты: тік және көлденең жарылу: H_2 , H_1 – көлденең кернеу, V -тік кернеу [5].

2.4 Қабаттың табиғи жарықшақтары

Тау жынысында әрдайым табиғи жарықшақтар бар болады. Табиғи жарықшақтардың болуы көп жағдайда табиғи газ сияқты табиғи ресурстардың бар екенін білдіреді, оны өндіру негізінен коллектордың төмен өткізгіштігімен күрделенген.

Ұңғымалардың өнімділігін арттыру бойынша ең жақсы нәтижелер табиғи жарықшақтарға перпендикуляр жарықшақтар жасайтын гидрожарулар көрсетеді. Алайда, табиғи жарықшақтары бар коллекторларда гидрожару жарықшақтары асимметриялы таралуы, тармақталуы мүмкін. Табиғи жарықшақтардың болуы жыныс массивінде индукцияланған жарықшақтың таралу жолын өзгерте алады.

Эксперименталды зерттеулер қолданыстағы кернеу өрісінде табиғи жарықшақтардың салыстырмалы орналасуына байланысты, гидрожарудың кең тараған жарықшақтары табиғи жарықшақпен қиылысуы немесе табиғи жарықшақтың бағытына өрістеуі және таратылуы мүмкін екенін көрсетті. Кейбір жағдайларда жарықшақтар қысқа қашықтықта табиғи жарықшақтар бағытында өрістетілуі және таратылуы мүмкін, содан кейін "шығып кетіп", механикалық неғұрлым қолайлы бағытта қайта таратылуы мүмкін.

Осы мәселе шеңберінде бірнеше далалық және зертханалық эксперименталдық зерттеулер табиғи жарықшақтардың индукцияланған жарықшақтарының таралуына әсерін зерттеу үшін орындалды. Жұмыста гидравликалық жарықшақтың тұрақты болып табылатынын және қолданыстағы кернеулер арасындағы үлкен қарым-қатынас және жарықшақтар бағыттары арасындағы үлкен бұрыш жағдайында ғана бар жарықшақтарды қиып өтетінін көрсететін эксперимент жүргізілді. Кернеудің орташа және төмен қатынастары мен жарықшақтар бағыттары арасындағы шағын бұрыштарда, гидравликалық жарықшақтар бар жарықшақтарды ашады және табиғи жарықшақтың бағытына флюид ағынын ашады.

Эксперименталды деректерге негізделген сандық есептеулер нәтижелеріне сәйкес, сұйықтық ағынының төмен жылдамдығы гидравликалық жарықшақтың бар жарықшақтарды ашуына әкеледі, ал ағынның жоғары жылдамдығы мен жұмыс

флюидінің тұтқырлығы жарықшақтың оның даму жолында кездесетін табиғи жарықшақтарды байқамауына алып келеді.

Табиғи жарықшақты массивтерде жүргізілген көптеген далалық зерттеулер табиғи жарықшақтардың гидрожару жарықшағына әсері - флюидтің ағып кетуі, құмның (пропанттың) уақытынан бұрын шығарылуы, жарықшақтың дамуының тежелуі, көптеген жарықшақтардың пайда болуы, жарықтың жылжуы және т.б. сияқты әсерлерге алып келгенін көрсетті[6].

3. Гидрожару кезінде жарықшақтардың өткізгіштігін болжауға қажетті математикалық модельдер

Жарықшақтарды жобалаудың екі негізгі теориялары бар:

1. Перкинс-Керн-Нордрен моделі (РКН моделі)

Жарықшақтың ені биіктікке байланысты және жарықшақтың эллипстік формасы бар екенін болжайды.

2. Христианович-Герцма-де Клерк (GDK model)

Жарықшақтың ені оның ұзындығының функциясы болып табылады және жарықшақтың тікбұрышты формасы бар.

Әдістердің ешқайсысы басқасынан артық екені дәлелденбеді. РКН әдісі ұзын жарықшақтар үшін қолайлы, ал GDK моделі қысқа жарықшақтар үшін қолайлы [7].

РКН моделі бойынша:

$$\text{Жарықшақтың ені: } W = (0.45) \left[\frac{(1-\nu)\mu q^2}{GH} \right]^{1/5} (t^{1/5}) \quad (16)$$

$$\text{Жарықшақтың ұзындығы: } L = (1.89) \left[\frac{Gq^3}{(1-\nu)\mu H^4} \right]^{1/5} (t^{4/5}) \quad (17)$$

GDK моделі бойынша:

$$\text{Жарықшақтың ені: } W = (1.32) \left[\frac{(1-\nu)\mu q^3}{GH^3} \right]^{1/6} (t^{1/3}) \quad (18)$$

$$\text{Жарықшақтың ұзындығы: } L = (0.48) \left[\frac{Gq^3}{(1-\nu)\mu H^3} \right]^{1/6} (t^{2/3}) \quad (19)$$

Мысал. РКН және GDK модельдері арқылы жарықшақтың ені мен ұзындығын есептеңіз және нәтижелерді салыстырыңыз.

$$G = 1.3 \cdot 10^6 \text{ psi} = 9 \cdot 10^6 \text{ kPa}$$

$$\nu = 0.24$$

$$H = 80 \text{ feet} = 24.4 \text{ м}$$

$$q = 10 \text{ bbl/min} = 1.6 \text{ м}^3/\text{мин}$$

$$t = 1.67 \cdot 10^6 \text{ kPa-мин}$$

Төмендегі кестеде Юнг модулі және сланец үшін жылжу кернеуі көрсетілген.

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)} \quad (20)$$

$E \cdot 10^6$	$G \cdot 10^6$	n	E/v
2.8	1.2	0.21	13.3
3.2	1.3	0.24	13.3
3.7	1.5	0.25	14.8
4.1	1.6	0.27	15.2
4.4	1.7	0.29	15.2
4.8	1.8	0.32	15.0

PKN моделі

$$W = (0.48) \left[\frac{(0.76)(2.56)(1.67 \cdot 10^6)}{(9 \cdot 10^6)(24.4)} \right]^{1/6} (150^{1/5}) = 8.79 \cdot 10^{-3} \text{M}$$

$$L = (0.45) \left[\frac{(9 \cdot 10^6)(1.6^3)}{(0.76)(1.67 \cdot 10^{-6})(24.4^4)} \right]^{1/5} (150^{4/5}) = 946 \text{M}$$

GDK моделі

$$W = (1.32) \left[\frac{(0.76)(1.6)(1.67 \cdot 10^{-6})}{(9 \cdot 10^6)(14.53 \cdot 10^3)} \right]^{1/6} (150^{1/3}) = 16 \cdot 10^{-3} \text{M}$$

$$L = (0.48) \left[\frac{(9 \cdot 10^6)(4.1)}{(0.76)(1.67 \cdot 10^{-6})(1.45 \cdot 10^4)} \right]^{1/6} (150^{2/3}) = 479 \text{M}$$

4. Гидрожару процесін модельдеуге қажетті бағдарламалар

Қабаттың гидрожаруының симуляторы-қабатты гидрожару барысында жарықшақтарды жасау процесін математикалық модельдеу және талдауға арналған өнеркәсіптік бағдарлама.

Қабатты гидравликалық жарудың симуляторы GONFER -үш өлшемді жарықшақтың дамуын және пропантты тасымалдауды модельдейтін жазық симулятор. Нашар цементтелген, өткізгіштігі төмен, табиғи жарықшақтары бар, карбонатты жыныстар үшін қолайлы.

Коллекторды сипаттау үшін жазық құрылым қолданылады. Тордың әрбір секторында тасымалдаушы сұйықтықтың құрамы, пропанттың концентрациясы, ығысу, жарықшақ ені, қысым және басқалар есептеледі.

Тікелей петрофизикалық деректердің толық жиынтығы бар каротаждық деректер импортталады. Бағдарлама жарықшақтың жанасу кернеуінің профилін генерациялау үшін серпімділік қасиеттерді есептейді. Пропант концентрациясы бойынша жарықшақтағы сұйықтықтың қысымы есептеледі. Табиғи және қайталама жарықшақтар ескеріледі. Деректердің тік вариациялары ұңғыма каротаждарынан, ал көлденең — сейсмикалық және ұңғыма аралық зерттеулерден алынады. Жару сұйықтығының, пропанттың, қышқылдың әрекеттері анықталады. Жарықшақтың жанасуынан кейін параметрлерге талдау жүргізіледі. Соңғы есеп гидрожару дизайнын қамтиды. Сонымен қатар, жұмыс жүргізу технологиясы таңдалуы мүмкін.

GONFER жарықшақтың 3 өлшемді геометриясын модельдейтін және төмендегілерді қамтамасыз ететін бағдарламалық "симулятор" болып табылады:

- Кеңістікте бағытталған жарықшақтың дизайны
- Каротаж
- Нақты уақыттағы қысым анализі
- Дебитті болжау
- Өңдеу экономикасы

Артықшылықтары

- Коллектордың 3 өлшемдік жоспарлы сипаттамасы
- Сандық каротаж деректерін тікелей біріктіру.
- Пропантты тасымалдауды сенімді болжаудың бірегей мүмкіндігі
- Коллектордың кешенді геометриясын қоса алғанда, жарықшақтарды көлденең және ассиметриялық модельдеу
- Өткізгіштігі төмен құмтас және көмір секілді коллекторларда қабатты гидрожару бойынша операцияларды модельдеу үшін ең тиімді құрал.
- Кедергі келтіретін шөгінділер мен конвекциялардың сандық бағасы
- Жарықшақты қышқылдық өңдеуді модельдеу[8].

5. Гидрожару тиімділігінің диагностикасы

Гидрожарудың тиімділігі ұңғыманы таңдау және гидрожару жүргізу жобасын құру кезінде пайдаланылатын ұңғыма мен өнімді қабаттың бастапқы деректерінің дұрыстығына байланысты.

Гидрожару процесінің негізгі есептік көрсеткіштері:

1. Тік тау қысымын анықтаймыз

$$P_{т.т} = H * \rho * g$$

ρ - жоғарыдан басып тұрған шөгінді тау жыныстарының орташа тығыздығы.

2. Қабатты жару қысымын мына формула бойынша анықтаймыз:

$$P_{ж} = P_{т.т} - P_{каб} + \sigma_6$$

мұнда σ_6 – құмтастың бұзылуға беріктік шегі.

Гидрожару өткізудің екі жолы бар: пайдалану бағанасы арқылы және СКҚ бағанасы арқылы.

3. Шегендеу бағанасы арқылы гидрожару жүргізу мүмкіндігін анықтау үшін, бағананың және бұрандалы қосылыстардың беріктілік шарттарына сүйене отырып, ұңғыманың сағасындағы рұқсат етілген қысым мөлшерін анықтау қажет:

$$P_{сағ} = \frac{D_c^2 - D_i^2}{D_c^2 + D_i^2} * \frac{\sigma_{max}}{k} + P_{каб} + \rho * g * (h-L)$$

мұндағы D_c — пайдалану құбырларының сыртқы диаметрі;

Егер түптік қысымның есептелген мәні жаруға қажетті қысымнан қарағанда көп болса, онда сағадағы қысым мынандай болуы тиіс:

$$P_{сағ} = P_{ж} - \rho * g * (H-h)$$

Сондықтан шегендеу бағанасы арқылы гидрожару жүргізу мүмкін емес, демек, қабатты гидрожару кезінде пайдалану бағанасын артық қысымның әсерінен сақтау үшін пакер орната отырып, сорғы-компрессорлық құбырлар бойынша сұйықтықты айдау қажет.

4. Құм қосылған сұйықтықтың көлемі:

$$V_{к.с} = \frac{G_n}{c}$$

5. Басу сұйықтығының көлемі СКҚ көлеміне тең.

СКҚ есептеу көлеміне СКҚ башмақтары мен фильтрдің жоғарғы тесіктері арасындағы құбыр асты кеңістігінің көлемі қосылады.

Басу сұйықтығының қажетті көлемі:

$$V_{басу} = \frac{K * \pi * H * d_i^2}{4}$$

Гидрожару процесінің жалпы ұзақтығы:

$$t = \frac{V_{ж} + V_{к,с} + V_{басу}}{Q}$$

мұндағы Q-жұмыс сұйықтығының тәуліктік шығыны

6. Көлденең жарықшақтың радиусы:

$$r = c * (Q * \sqrt{\frac{10^{-9} * \mu * t}{K}})$$

мұнда c — тау қысымына байланысты эмпирикалық коэффициент.

7. Көлденең жарықшақтың өткізгіштігі:

$$K_m = \frac{\omega^2}{12 * 10^4}$$

мұндағы ω -жарықшақтың ені, см

8. Ұңғының түп маңы аймағының өткізгіштігі:

$$K_{түп.м} = \frac{k_{п} * h + k_m * \omega}{h + \omega}$$

9. Барлық дренаж жүйесінің өткізгіштігі:

$$K_d = \frac{k_{п} * k_{пз} * lg \frac{R_k}{r_c}}{k_{пз} * lg \frac{R_k}{r_m} + k_{п} * lg \frac{r_r}{r_c}}$$

10. Гидрожару жүргізгеннен кейінгі ұңғыманың дебиті:

$$Q = \frac{2 * \pi * k_d * h * \Delta p}{\mu * lg \frac{R_k}{r_m}}$$

k_d — гидрожару өткізгеннен кейінгі қабаттың өткізгіштігі;

11. Гидрожару кезінде іске қосылған сорғы агрегаттарының саны:

$$N = \frac{q}{q_{ар}} + 1$$

12. Алдын ала, гидрожарылудан күтілетін әсерді Г. К. Максимовичтің формуласы бойынша анықтауға болады, онда гидрожарудан кейінгі ұңғыманың радиусы r_c жарықшақтың радиусына r_m тең қабылданады:

$$n = \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{lg \frac{R_k}{r_c}}{lg \frac{R_k}{r_m}}$$

мұнда Q_1 және Q_2 - гидрожаруға дейінгі және одан кейінгі ұңғымалардың дебиті.

Тиімділік туралы нақты алынған деректер біршама төмен болуы мүмкін, себебі құм толтырылған жарықшақтар бойынша сұйықтықтың қозғалысы кезінде біз формуламен ескерілмейтін ағынның аздаған шығынын байқаймыз.

Қарастырылған есептік көрсеткіштерде бастапқы деректердің дәлдігі кезінде қабаттың мұнай беруін арттыру үшін жүргізілмек қабаттың гидрожаруының тиімділігін жоғары дәлдікпен есептеуге болады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Қазіргі уақытта қабатты гидрожару коллекторларының өткізгіштігі төмен кен орындарында игеруді қарқындатудың негізгі технологиясының бірі болып табылады.

Қабаттың геологиялық-физикалық қасиеттері дұрыс берілген жағдайда, жарықшақтың таралу бағыты мен өткізгіштігінің сипаттамалары және де гидрожару сұйықтықтары мен пропантты дұрыс таңдаған жағдайда гидрожарудың табыстылығын арттыруға қол жеткізіледі.

Бұл жұмыста жарықшақтардың бағытына әсер етуші факторлар: тау жыныстарының геомеханикалық қасиеттері, гидрожару сұйықтықтарының құрамы мен құрылымы, табиғи жарықшақтардың әсері мен қабаттағы кернеулер толығымен қарастырылды.

Гидрожару процесін модельдеуге қажетті бағдарлама жайлы деректер берілді. Сонымен қатар жарықшақтардың өткізгіштігін болжауға қажетті модельдер туралы айтылды.

Пайдаланылған әдебиеттер

1. Дональдсон Е.С., Алам В., (2013). *Hydraulic Fracturing Explained*. Техас.
2. Масооми Р. (2017). *Оптимизация параметров гидравлического разрыва пласта нефтенасыщенного песчаника*. Краснодар, Ресей.
3. Салимов В.Г., Ибрагимов Н.Г., Насыбуллин А.В., (2013). *Гидравлический разрыв карбонатных пластов*. Мәскеу, Ресей.
4. Мищенко И.Т.,(1989). *Расчеты в добыче нефти*. Мәскеу, Ресей.
5. Губайдуллин М.Г., Костин Н.Г., Глушков Д.В.,(2012). *Моделирование гидравлического разрыва пласта с применением симулятора GONFER*. Архангельск, Ресей.
6. Усачев П.М.(1986). *Гидравлический разрыв пласта*. Мәскеу, Ресей.
7. Покрепин Б.В (2015) *Мұнай кен орындарын игеру*. Мәскеу, Ресей.
8. Гнездов А.В. (2007) *Гидрожару кезіндегі жарықшақтар параметрлерін есептеу дәлдігі туралы*. Вестник СамГУ
9. Мамчистова Е.И., Никифоров А.В.(2015) *Жарықшақтың геометриялық параметрлерін есептеу әдістемесі*. Академиялық журнал «Батыс Сібір»

Дипломдық жоба бойынша

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ
ПІКІРІ**

Жаңабай Аида Артыкбайқызы

5B070800 – Мұнай-газ ісі

Тақырыбы: «Қабатты гидрожару барысында жарықшақтардың өткізгіштігі мен таралу бағытын бағалау және есептеу»

Ұсынылып отырған дипломдық жұмыс қазіргі таңдағы өзекті тақырыпқа – "Қабатты гидрожару барысында жарықшақтардың өткізгіштігі мен таралу бағытын бағалау және есептеу" тақырыбында жазылған. Дипломдық жұмыста гидрожару тәсіліне жалпылай сипаттама берілген және аталған тәсіл барысындағы өзекті мәселе – жарықшақтардың таралу бағыты мен олардың өткізгіштігін бағалауға қатысты жасалынған ғылыми зерттеулерге әдеби шолу жасалынған. Сонымен қатар, студент гидрожару барысындағы жарықшақтардың таралу бағытына әсер ететін қабаттың геомеханикалық қасиеттеріне сипаттама бере отырып, бірқатар есептеулер жүргізген. Жарықшақтардың таралу бағытын қадағалайтын қабат параметрлері мен айдалынатын гидрожару ерітінділерінің ерекшеліктеріне мән берілген.

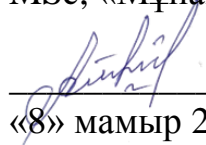
Жоғарыда айтылғандарды ескере отырып, тақырыптың толық ашылғандығын және қойылған мақсаттар мен міндеттердің орындалғанын растаймын.

Дипломды рәсімдеу стандарттарға сәйкес келеді. Дипломдық жұмысты жазу барысында студент күнтізбелік кестенің мерзімін сақтап, теориялық және статистикалық материалдармен жұмыс жасаудың жақсы дағдыларын көрсетті. Сонымен қатар, аталған дипломдық жұмысты орындау барысында студент – Жаңабай Аида өзін тиянақты, жауапкершілігі мол, білімді студент ретінде таныта білді.

Қорытындылай келе, бұл жұмыс МАК алдында қорғауға, ал студент Жаңабай Аидаға бакалавр дәрежесін беруді ұсынамын.

Ғылыми жетекші

МSc, «Мұнай инженериясы» кафедрасының лекторы



Нусипкожаев А.И.

«8» мамыр 2019 ж.

Краткий отчет



Университет:	Satbayev University
Название:	Қабатты гидрожару барысында жарықшақтардың өткізгіштігі мен таралу бағытын бағалау және есептеу_ЖаңабайАида.doc
Автор:	ЖаңабайАида
Координатор:	Айбол Нусипкожаев
Дата отчета:	2019-05-08 06:35:53
Коэффициент подобия № 1:	0,5%
Коэффициент подобия № 2:	0,0%
Длина фразы для коэффициента подобия № 2:	25
Количество слов:	7 598
Число знаков:	42 436
Адреса пропущенные при проверке:	
Количество завершенных проверок:	16

! К вашему сведению, некоторые слова в этом документе содержат буквы из других алфавитов. Возможно - это попытка скрыть позаимствованный текст. Документ был проверен путем замещения этих букв латинским эквивалентом. Пожалуйста, уделите особое внимание этим частям отчета. Они выделены соответственно.
Количество выделенных слов 24

>>

Самые длинные фрагменты, определенные, как подобные

№	Название, имя автора или адрес гиперссылки (Название базы данных)	Автор	Количество одинаковых слов
1	Нышанбек Б..doc M.Auezov South Kazakhstan State University (Агропромышленный факультет)	АП-15-7к1 Нышанбек Б.	10
2	URL_ http://vestnik.pstu.ru/geo/archives/?id=&folder_id=980		9
3	URL_ http://vestnik.pstu.ru/geo/archives/?id=&folder_id=980		8
4	Нышанбек Б..doc M.Auezov South Kazakhstan State University (Агропромышленный факультет)	АП-15-7к1 Нышанбек Б.	6
5	URL_ https://wksu.kz/images/stories/downloads/vestnik/10_11_12_2011.pdf		5

Документы, в которых найдено подобные фрагменты: из RefBooks



Не обнаружено каких-либо

заимствований

>>

Документы, содержащие подобные фрагменты: Из домашней базы данных

Не обнаружено каких-либо заимствований

>>

Документы, содержащие подобные фрагменты: Из внешних баз данных

Документы, выделенные жирным шрифтом, содержат фрагменты потенциального плагиата, то есть превышающие лимит в длине коэффициента подобия № 2

№	Название (Название базы данных)	Автор	Количество одинаковых слов (количество фрагментов)
1	Нышанбек Б..doc M.Auezov South Kazakhstan State University (Агропромышленный факультет)	АП-15-7к1 Нышанбек Б.	16 (2)

>>

Документы, содержащие подобные фрагменты: Из интернета

Документы, выделенные жирным шрифтом, содержат фрагменты потенциального плагиата, то есть превышающие лимит в длине коэффициента подобия № 2

№	Источник гиперссылки	Количество одинаковых слов (количество фрагментов)
1	URL_ http://vestnik.pstu.ru/geo/archives/?id=&folder_id=980	17 (2)
2	URL_ https://wksu.kz/images/stories/downloads/vestnik/10_11_12_2011.pdf	5 (1)

Copyright © Plagiat.pl 2002-20

