

Міністерство освіти і науки України
Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Навчально-науковий інститут нафти і газу
Кафедра буріння та геології
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
Спеціальність 184 Гірництво

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми
Харченко М.О.

« ____ » _____ 2023 року

Завідувач кафедри буріння та геології
Винников Ю.Л.

« ____ » _____ 2023 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему Обґрунтування тампонажних систем для забезпечення надійного

кріплення свердловин нестійких відкладах

Пояснювальна записка

Керівник

Д. т. н. професор
кафедри буріння та геології
Гошовський С. В.

посада, наук. ступінь, ПІБ

підпис, дата

Консультант за 1 розділом

посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис

Консультант за 2 розділом

посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис

Консультант за 3 розділом

посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис

Дата захисту _____

Полтава, 2023

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ЦЕМЕНТУВАННЯ СВЕРДЛОВИН.....	7
1.1 Загальні поняття про цементування свердловин та герметичності свердловин, причини виникнення міжколонних тисків	7
1.2 Шляхи вирішення проблеми виникнення міжколонних тисків	
1.3 Висновки до розділу 1.....	
РОЗДІЛ 2. СУЧАСНИЙ СТАН КРІПЛЕННЯ СВЕРДЛОВИН	
2.1 Аналіз стану кріплення свердловин на родовищах «Укрбургаз»	
2.2 Тампонажні матеріали та розчини.....	
2.3 Оцінка якості цементування.....	
2.4 Висновки до розділу 2.....	
РОЗДІЛ 3. ЗАГАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРИЧИН ПОРУШЕННЯ ГЕРМЕТИЧНОСТІ ІЗОЛЯЦІЙНОГО ЕКРАНУ	
3.1 Аналіз причин порушення герметичності заколонного простору зацементованої свердловини	
3.2 Аналіз умов роботи тампонажного каменя. Фактори, які визначають працездатність тампонажного каменя.....	
3.3 Умови формування тампонажного каменя...	
3.4 Техніко-технологічні заходи з попередження міграції флюду у період ОЗЦ.....	
3.5 Тампонажні композиції для попередження.. міграції пластових флюїдів	
3.6 Висновки до розділу 3.....	
РОЗДІЛ 4. ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЦЕПТУР ЦЕМЕНТНИХ РОЗЧИНІВ ДЛЯ ЦЕМЕНТУВАННЯ СВЕРДЛОВИН РОДОВИЩ «УКРБУРГАЗ»	
4.1 Вибір рецептур цементних розчинів для цементування свердловин Хрестищенського ВБР	
4.2 Розроблення композиційних тампонажних систем для забезпечення надійного кріплення свердловин	
4.3 Висновки до розділу 4.....	

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ВСТУП

Актуальність теми. Успішне вирішення задач, визначених національною програмою значною мірою залежить від темпів і якості буріння та закінчування свердловини. Розмежування пластів – один із відповідальніших етапів у циклі спорудження свердловини. Вирішальне значення цього етапу обумовлене тим, що він є заключним і невдачі при його виконанні можуть звести до мінімуму результати попередніх етапів роботи.

Якість цементування свердловини, де потенційна можливість міграції пластових флюїдів, залежить від широкого спектру техніко-технологічних параметрів тампонажного розчину і процесу тампонування обсадної колони.

Проблеми якості кріплення свердловин стають актуальними у зв'язку зі зростанням об'ємів буріння, ускладненням геолого-технічних умов та збільшенням частки буріння похило-скерованих свердловин у загальному обсязі бурових робіт.

Тому обґрунтування впровадження технологій якісного цементування для надійності кріплення свердловин є актуальною задачею ефективного створення довговічного експлуатаційного об'єкту.

Метою роботи є проаналізувати загальні проблеми цементування свердловин, стан кріплення свердловин на родовищах «Укрбургаз» які впливають на якість конструкції свердловини, як експлуатаційного об'єкту, окреслити сучасні тампонажні матеріали на прикладі впровадження технології цементування свердловин в реальних геологічних і гірничо-технологічних умовах.

Для досягнення зазначеної мети поставлені такі **задачі**:

- Окреслити поняття про цементування та герметичності свердловин, причини виникнення між колонних тисків, шляхи їх вирішення;
- Проаналізувати стан кріплення свердловин на родовищах «Укрбургаз», тампонажні матеріали та розчини, які використовуються, оцінити якість цементування;

- проаналізувати порушення герметичності за колонного простору, умови роботи тампонажного каменю, та його формування, окреслити техніко-технологічні заходи з попередження міграції флюїду;
- окреслити вибір рецептур цементних розчинів для родовищ «Укрбургаз», впровадження композиційних тампонажних систем для забезпечення надійного кріплення.

Об'єктом дослідження є причини неякісного кріплення свердловин та оптимальні технології і матеріали для якісного тампонування свердловин.

Предмет дослідження – вибір оптимальної рецептури цементного розчину в реальних геологічних і гірничо-технічних умовах на родовищах «Укрбургаз».

Методи дослідження: методи підземної гідрогазодинаміки; методи гідроаеромеханіки; методи механіки гірських порід та геомеханіки; опір матеріалів; аналіз інформаційних джерел; синтез; абстрагування; узагальнення; пояснення; класифікація; моделювання.

Науково-технічна цінність отриманих результатів полягає в тому, що окреслено причини неякісного цементування свердловин та впроваджено методіку використання композиційних тампонажних систем в складних геолого-технічних умовах для підвищення якості створення довговічного експлуатаційного об'єкту.

Практичне значення роботи полягає в тому, що отримані автором у процесі досліджень результати дозволили вибрати оптимальні технологію закачування, склад та параметри тампонажних систем при споруджванні свердловини на родовищах «Укрбургаз» та забезпечити відповідний рівень її експлуатаційної надійності.

Структура і обсяг роботи. Магістерська робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та списку використаних джерел. Вона викладена на 90 сторінках, у тому числі 85 сторінок основного тексту, 8 рисунків, 3 таблиць на 3 сторінках, 5 сторінок списку використаних джерел (56 найменувань).

Перший розділ присвячений вивченню поняття цементування свердловин та герметичності, причини виникнення міжколонних тисків, шляхи вирішення проблеми.

У другому розділі окреслено сучасний стан кріплення свердловин на родовищах «Укрбургаз», тампонажні матеріали та розчини, які використовуються, оцінено якість.

У третьому розділі проаналізовано причини порушення герметичності заколонного простору, умови роботи тампонажного каменю, та умови формування, заходи з попередження міграції флюїду у період ОЗЦ.

В четвертому розділі обґрунтовано вибір рецептур цементних розчинів, впровадження композиційних тампонажних систем для забезпечення надійного кріплення.

Загальні висновки відображають головні результати, що отримано в роботі.

Магістерська робота виконана у Навчально-науковому інституті нафти і газу Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» в 2022 році під керівництвом к.т.н., доцента, доцента кафедри буріння та геології Гошовському С. В. По певним питанням було проведено консультації із інженерами компанії ТОВ «Науково-технічне підприємство «Бурова техніка», в якому на момент написання наукової роботи працював автор даної роботи. Автор висловлює особисту подяку керівнику проектного відділу даної компанії Герусу Олегу Олеговичу за слухні поради і матеріал при виконанні даної кваліфікаційної роботи.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ЦЕМЕНТУВАННЯ СВЕРДЛОВИН

1.1 Загальні поняття про цементування свердловин та герметичності свердловин, причини виникнення міжколонних тисків

На завершальному етапі бурових робіт проводиться цементування свердловин. Від якості проведення цієї операції залежить життєздатність всієї споруди. Головна ціль, яка переслідується під час цього процесу полягає в повному заміщенні бурового розчину цементним, який називають інакше тампонажним. Введений розчин повинен затвердіти протягом певного тимчасового інтервалу і перетворитися на цементний камінь. Розроблено кілька методів здійснення цементування свердловин, при цьому найпоширенішим з них є спосіб прямого одно-циклового цементування обсадної колони.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. В даній магістрській роботі проаналізовано проблеми цементування свердловин на родовищах «Украбургаз» можна зробити наступні висновки. Від якості цементування залежить життєздатність всієї споруди – свердловини. Головною ціллю цементування є повне заміщення бурового розчину цементним, з часом перетворившись в цементний камінь. Це сприяє підвищенню загальної міцності конструкції, створенню захисного шару, який запобігає корозії сталевій труби, запобігає перетокам водоносних горизонтів. І найголовніше це якісне розмежування продуктивних зон для подальшої експлуатації того чи іншого пласта-колектора.

При спорудженні свердловин на родовищах Хрестищенського ВБР особливе місце займають питання герметичності свердловин. Безумовною основою герметичності свердловини є відсутність заколонних газонафтоводопроявлень (ГНВП), які ведуть до міжпластових перетоків (МПП) та появи на усті міжколонних тисків (МКТ) впродовж всього терміну служби свердловин. Вирішення проблеми виникнення МКТ, флюїдоперетоків та забезпечення необхідного експлуатаційного рівня надійності кріплення свердловини як інженерної споруди можна досягти тільки з використанням комплексної технології первинного цементування обсадних колон.

2. За результатами системного аналізу промислового матеріалу по 48 свердловинах Хрестищенського ВБР. Зокрема, геологічні фактори (стратиграфічний розріз, пластовий тиск, температура, кавернозність), вид свердловини (вертикальна, похило – скерована), конструкція свердловини (із можливістю визначення товщини цементного кільця), тип цементу і параметри тампонажного розчину, тип і кількість буферної рідини та час її контакту із стінками свердловини, технологічна оснастка обсадних колон, параметри бурового розчину та тривалість промивки перед цементуванням, вміст нафти в буровому розчині та інші технологічні параметри а також зроблена оцінка якості кріплення за результатами АКЦ. Мали місце такі

ускладнення, як неспрацювання елементів технологічної оснастки, обвал стінок в свердловині, вимивання на устя свердловини значних об'ємів тампонажного розчину, відсутність зчеплення цементного каменю з експлуатаційною колоною а так далі.

3. Отже, на основі експериментальних досліджень, проведених різними вченими, аналізу теоретичного та практичного матеріалу механізм виникнення заколонного прояву у свердловинах можна вважати наступним.

Відразу після закінчення тампонування у розчині, як і в будь-якій кінетично нестабільній системі, починається процес седиментації, який супроводжується відфільтровуванням дисперсійного середовища. І доки тверда фаза перебуває у зваженому стані, вона чинить надлишковий тиск на флюїди пласта. У результаті цього гідростатичний тиск у заколонному просторі перевищує пластовий. Однак цей стан є динамічно незрівноваженим, особливо на контакті з газовим пластом. Система тампонажний розчин - пласт починає зрівноважуватись. Завдяки присутності проникної породи вільне дисперсійне середовище із пор цементного розчину відфільтровується в пласт. Тампонажна суспензія втрачає при цьому частину рідини, що приводить до наростання кількості коагуляційних зв'язків. Підвищення консистенції тампонажного розчину зумовлює його "зависання" на стінках, що, у свою чергу, викликає зменшення швидкості стискування просторового скелету.

4. За результатами дослідження технологічних властивостей КРТМ-ПВ визначено: тампонажний матеріал КРТМ-ПВ порівняно з відомими аналогами володіє суттєво кращими структурно-реологічними властивостями, нульовим водовідділенням, низькою водовіддачею. Для умов свердловин родовищ «Укрбургаз» міцність каменю КРТМ-ПВ при стисканні у віці двох діб – на 97 % та 48 %, при вигинанні – на 67 % і на 30 % переважає відомі аналоги матеріалів.

5. Впроваджено технологію використання композиційних розширюючих тампонажних матеріалів для цементування свердловин «Укрбургаз» в

реальних геологічних та гірничо-технологічних умовах Дніпро-Донецької западини.

Передбачені вище заходи підвищують експлуатаційну надійність, а саме: дають можливість спорудити проектну конструкцію свердловини та забезпечують необхідний термін експлуатації та ремонтно здатність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ананьев А.Н. Бурение и крепление скважин в хемогенных отложениях / А.Н. Ананьев, Л.И. Векслер // Обзор. информ. ВНИИОЭНГ. Сер. Бурение. – М.: ВНИИОЭНГ,
2. Ахрименко В.Е. Влияние водоотдачи тампонажного раствора на формирование контакта обсадная труба – цементный камень / В.Е. Ахрименко, О.П. Генъ, О.Р. Камалов // Теория и практика крепления и ремонта скважин: труды "ВНИИКРнефть". – Краснодар, 1987. – С. 32-37
3. Ашрафьян М.О. Технология разобщения пластов в сложных условиях / М.О. Ашрафьян. – М.: Недра, 1989. – 228 с.
4. Булатов А.И. Механика цементного камня нефтяных и газовых скважин / А.И. Булатов. – М.: Недра, 1994. – 387 с.
5. Булатов А.И. Регулирование технологических показателей тампонажных растворов / А.И. Булатов, Н.А. Мариампольский. – М.: Недра, 1988. – 224
6. Булатов А.И. Тампонажные материалы / А.И. Булатов, В.С. Данюшевский. – М.: Недра, 1987. – 280 с.
7. Булатов А.И. Формирование и работа цементного камня в скважине / А.И. Булатов. – М.: Недра, 1990. – 408 с
8. Вознесенский В.А. Современные методы оптимизации композиционных материалов / В.А. Вознесенский. – К.: Будівельник, 1983. – 114 с.
9. Гайворонский А.А. Исследование напряженного состояния составных крепей для нефтяных скважин / А.А. Гайворонский, А.А. Цыбин // Нефтяное хозяйство. – 1972. – № 5. – С. 27-31.
10. Гайдуков Д.Т. Тампонажный материал для цементирования скважин в солевых отложениях с пропластками бишофита / Д.Т. Гайдуков, И.В. Струбалина, А.Г. Анопин // Бурение. – 1973. – № 10. – С. 20-22.

11. Глуховский В.Д. Шлакощелочные цементы и бетоны / В.Д. Глуховский, В.А. Пахомов. – К.: Будівельник, 1978. – 184 с.
12. Данюшевский В.С. Справочное руководство по тампонажным материалам / В.С. Данюшевский, Р.М. Алиев, И.Ф. Толстых. – М.: Недра, 1987. – 373 с
13. Інструкція по технології кріплення свердловин в розрізах, які вміщують текучі соленосні відклади. – Держнафтогазпром. УкрНГІ. – Київ, 1995. – 26 с.
14. Каримов Н.Х. Обоснование необходимости расширения тампонажных материалов / Н.Х. Каримов // Бурение. – 1983. – № 7. – С. 35-36.
15. Коцкулич Я.С. Підвищення довговічності кріплення нафтових і газових свердловин / Я.С. Коцкулич, М.В. Сенюшкович, Б.А. Тершак // Науковий вісник ІФНТУНГ. – 2007. – № 1 (15). – С. 21-26.
16. Коцкулич Я.С. Оцінка значення контактного тиску під час зім'яття обсадних колон / Я.С. Коцкулич, І.М. Ковбасюк // Нафтова і газова промисловість. – 2000. – № 2. – С. 18-19.
17. Коцкулич Я.С. Закінчування свердловин / Я.С. Коцкулич, О.В. Тищенко. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2004. – 366 с.
18. Кравець В.В. Исследование сопротивляемости крепи скважин действию наружного давления / В.В. Кравець, В.И. Орлов, Б.А. Тершак // Обзор. информ. ВНИИОЭНГ. Сер. Техника и технология бурения скважин. – 1988. – № 1. – С. 12-14.
19. Крылов Д.А. Определение дефектов в цементном кольце и напряженности его контактов // Д.А. Крылов, К.А. Шишин, Ю.И. Петраков, О.Л. Кузнецов, Ю.З. Цирин // Обзор. информ. ВНИИОЭНГ. Сер. Бурение. – 1973. – № 3. – С. 41-44.
20. Коцкулич Я.С. Закінчування свердловин: підручник / Я.С. Коцкулич, О.В. Тищенко. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2009. – 366 с.

21. Коцкулич Я.С. Стан кріплення нафтогазових свердловин і шляхи його покращання / Я.С.Коцкулич, І.І. Витвицький // Науковий вісник ІФНТУНГ. – 2005. - №2. – С.41-44.

22. Матеріали тампонажні розширні (РТМ): ТУ У В.27-26.6-32312060-003:2005. – Чинний від 2008-11-07. – К.: ТОВ НВП "Спецматеріали", 2008. – 28 с.

23. Новеньков Ю.П. Исследование процесса взаимодействия цементов с насыщенным раствором бишофита и галита / Ю.П. Новеньков, В.Ю. Близнюков, И.С. Серебряков // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2000. – № 8-9. – С. 39-42.

24. Перейма А.А. Применение безусадочных тампонажных материалов для повышения качества крепления скважин / А.А. Перейма, Н.М. Дубов, В.С. Барыльник, С.А. Бражников, Н.В. Самсоненко // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2005. – № 10.– С. 41-45.

25. Портландцементи тампонажні. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-88-99. –Чинний від 2000-01-01. – К.: Держкомбудівництва, архітектури і житлової політики, 1999. – 12 с

26. Рябова Л.И. Теория и практика направленного регулирования свойств тампонажных систем, обеспечивающих качественное крепление скважин в осложнённых геолого-технических условиях, в том числе и агрессивных средах: автореф. дис. на соиск. учён. степ. док. тех. наук: спец. 25.00.15 "Технология бурения и освоения скважин" / Рябова Любовь Ивановна. Краснодар, 2005. – 47 с.

27. Рябоконт С.А. Цементирование обсадных колон в условиях неустойчивости слагаемых пород скважины / С.А. Рябоконт, В.М. Мильштейн, В.Б. Лазарев // Бурение и нефть. – 2007. – № 9. – С. 28-29.

28. Саницький М.А. Механоактивовані в'язучі матеріали та вироби на їх основі / М.А. Саницький, П.М. Хаба, І.Б. Шулим та ін. // Будівельні матеріали ХХІ-го століття: комфорт житла та енергозбереження: матеріали наук.-техн. конф. – К.: НДІБМВ, 1998. – С. 90-92.

29. Саницький М.А. Модифіковані композиційні цементи: навчальний посібник / М.А. Саницький, Х.С. Соболь, Т.Є. Марків. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010. – 130 с.

30. ВБН В.2.4-00013741-001:2008. Споруджування свердловин на газ і нафту. Основні положення.

31. СОУ 09.1-30019775-224:2013. Свердловини на нафту і газ. Профілактична робота з попередження виникнення флюїдопроявів, відкритих газових і нафтових фонтанів та аварій. Організація і методика проведення. ПАТ “Укргазвидобування”

32. СОУ 09.1–30019775–215:2013. Свердловини на нафту і газ. Випробування обсадних колон на герметичність. ПАТ “Укргазвидобування”

33. СОУ 09.1-30019775-245:2015. Свердловини на нафту і газ. Попередження газонафтоводопроявів і відкритих фонтанів при бурінні та капітальному ремонті свердловин. ПАТ “Укргазвидобування”

34. СОУ 09.1-30019775-328-3:2020 Влаштування свердловини. Частина 3. Буріння свердловини.

35. СОУ 09.1-30019775-328-5:2020 Влаштування свердловини. Частина 5. Кріплення свердловини

36. СОУ 09.1-30019775-328-6:2020 Влаштування свердловини. Частина 6. Виклик припливу вуглеводнів.

37. ДСТУ Б В.2.7-88:99. Будівельні матеріали. Портландцементи тампонажні. Технічні умови.

38. СТП 320.00158764.014-2001. Кріплення свердловин. ДК “Укргазвидобування”

39. СТП 320.00158764.067-2003. Інструкція по закінченню свердловин бурінням. ДК “Укргазвидобування”

40. СОУ 11.2- 30019775 – 019:2004. Свердловини на нафту і газ. Тиски опресування міжколонного простору після спуску проміжних та експлуатаційних колон. Розрахунок. ДК “Укргазвидобування”

41. СОУ 09.1-30019775-258:2018 Сverdловини на нафту і газ. Обсадні труби. Порядок експлуатації. ДК “Укргазвидобування”
42. СОУ 11.2-30019775-105:2007. Сverdловини на нафту і газ. Попередження порушення стійкості стінок ствола при бурінні. ДК “Укргазвидобування”.
43. СОУ 11.2-30019775-107:2007. Цементування свердловин на нафту і газ. Розчини тампонажні з тонкомеленими активними наповнювачами. Технологія приготування. ДК “Укргазвидобування”
44. СОУ 09.1-30019775-259:2016. Сverdловини на нафту і газ. Підготовка ствола свердловини до спуску обсадних колон. ДК “Укргазвидобування”
45. СОУ 11.2-20077720-030:2008. Сverdловини на нафту і газ. Кріплення. Основні положення. НАК “Нафтогаз України”
46. СОУ 11.2- 30019775 –144:2008. Сverdловини на нафту і газ. Промивальні рідини для буріння в розрізах з АНПТ, перфорації та консервації свердловин. Блокуючі рідини для вторинного розкриття продуктивних пластів. Технологія приготування. ДК “Укргазвидобування”
47. СОУ 11.2 - 30019775 – 155:2009. Сverdловини на нафту і газ. Високоінгібовані бурові розчини для буріння свердловин в складних гірничо-геологічних умовах ДДЗ. Технологія приготування. ДК “Укргазвидобування”
48. СОУ 11.2 - 30019775 – 157:2009. Сverdловини на нафту та газ. Розчини тампонажні для високих температур. Компонентний склад. Технологія приготування. ДК “Укргазвидобування”
49. СОУ 11.2-30019775-176:2010. Сverdловини на нафту і газ. Високоінгібовані бурові розчини для буріння свердловин в складних гірничо – геологічних умовах ДДЗ. ДК “Укргазвидобування”
50. СОУ 09.1-30019775-196:2012. Сverdловини на нафту і газ. Попередження та ліквідація аварій при бурінні. ДК “Укргазвидобування”
51. СОУ 11.2-30019775-030:2013. Сverdловини на нафту і газ. Розрахунок обсадних колон. ПАТ “Укргазвидобування”.

52. СОУ 09.1–30019775–215:2013. Свердловини на нафту і газ. Випробування обсадних колон на герметичність. ПАТ “Укргазвидобування”

53. Тершак Б.А. Підвищення якості цементування свердловини в умовах залягання хомогенних порід схильних до пластичних деформацій (на прикладі родовищ ДДЗ) / Б.А. Тершак, Є.М. Ставичний // Інноваційні технології буріння свердловин, видобування нафти і газу та підготовки фахівців для нафтогазової галузі: матеріали Міжнар. наук.-техн. конф., Івано-Франківськ, 3-6 жовтня 2012 р. – Івано-Франківськ, 2012. – С. 93-94.

54. Тершак Б.А. Тампонажні матеріали нового покоління / Б.А. Тершак, Є.М. Ставичний, І.І. Озарко // Наукові дослідження – теорія та експеримент – 2012: матеріали VIII Міжнар. наук.-практ. конф., Полтава, 28-30 травня 2012 р.:– Т.7. – Полтава: ІнтерГрафіка, 2012. – С. 78-81

55. Цементи. Відбір і підготовка проб: ДСТУ Б В.2.7-44-96. – Введ. 1997- 01-01. – К.: Держкоммістобудування України, 1996. – 26 с.

56. Цементи тампонажні. Методи випробувань: ДСТУ Б В.2.7-86-99. – Чинний від 2000-01-01. – К.: Держкомбудівництва, архітектури і житлової політики, 1999. – 18 с.