

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.
«_____» _____ 2024 року

Завідувач кафедри буріння та геології
Винников Ю.Л.
«_____» _____ 2024 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему Особливості капітального ремонту експлуатаційної свердловини в умовах Вакулівського ГКР

Керівник
к.т.н., доц., доцент
кафедри буріння та геології
Харченко М.О.
посада, наук. ступінь, ПІБ

підпис, дата,

Виконавець роботи

Тацій Валентин Сергійович
студент, ПІБ
група 602-ГР

підпис, дата

Консультант за 1 розділом
Харченко М.О.

посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис

Консультант за 2 розділом
Харченко М.О.

посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис

Консультант за 3 розділом
Харченко М.О.

посада, наук. ступінь, ПІБ, підпис

Дата захисту _____
Полтава, 2024

**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

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Тацій Валентин Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Особливості капітального ремонту експлуатаційної свердловини в умовах Вакулівського ГКР (на основі промислових даних)

Керівник проекту (роботи) к.т.н., доц., доцент кафедри буріння та геології Харченко М.О.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навч. закладу від “___” _____ 2023 року № _____

2. Строк подання студентом проекту (роботи) _____

3. Вихідні дані до проекту (роботи)

1. Науково-технічна література, періодичні видання, патенти на винаходи тощо.

2. Проекти на влаштування та або ремонту свердловин (за необхідності).

3. Геологічні звіти за профілем роботи _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ.

1. Аналіз сучасних технологій капітального ремонту експлуатаційних свердловин.

2. Описати геолого-технічні умови та специфіку експлуатації діючої свердловини в умовах Вакулівського ГКР.

3. Впровадити дослідження в практику капітального ремонту свердловин.

4. Загальні висновки по роботі

5. Перелік графічного матеріалу

Презентація із основними результатами кваліфікаційної роботи

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Харченко М.О., доцент		
2	Харченко М.О., доцент		
3	Харченко М.О., доцент		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Етапи підготовки	Термін виконання
1	Інформаційно-оглядова частина	11.10-24.10
2	Експериментальна частина	25.10-14.11
3	Теоретична частина	15.11-5.12
4	Впровадження результатів досліджень	6.11-12.12
5	Оформлення та узгодження роботи	13.12-17.12
6	Попередні захисти робіт	13.12-17.12
7	Захист магістерської роботи	20.12-24.12

Студент

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
АНОТАЦІЯ	5
ANOTATION.....	5
АБРЕВІАТУРИ	6
РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДУ ЗАРІЗКИ БІЧНИХ СТОВБУРІВ ІЗ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ІСНУЮЧИХ СВЕРДЛОВИН	7
1.1 Функціональне призначення зарізки бічних стовбурів в свердловині.....	7
1.2 Аналіз технологічних особливостей зарізки бічного стовбура свердловини.....	10
1.3. Систематизація можливих під час проведення зарізки бічного стовбура проблем із експлуатаційною свердловиною.....	20
1.4. Висновки до розділу 1. Мета і задачі досліджень	22
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ КЛИНІВ-ВІДХИЛЮВАЧА, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬ ПЕРЕДОВІ НАФТОГАЗОСЕРВІСНІ КОМПАНІЇ СВІТУ ДЛЯ ЗАБУРЮВАННЯ БІЧНИХ СТОВБУРІВ СВЕРДЛОВИН	24
2.1. Класифікація існуючих типів клинів-відхилювачів.....	24
2.1.1 Клин-відхилювачі для забурювання бічного стовбуру через щілиноподібний виріз.....	31
2.1.2. Клин-відхилювач типу КВІ	35
2.2.3 Клин-відхилювач типу КВП.....	36
2.1.4 Клин відхилювач гідромеханічного типу КВГМ	36
2.1.5 Клин відхилювач гідромеханічного типу КВМ.....	37
2.2. Удосконалення конструкції та технології виробництва інструменту для забурювання бічних стовбурів за допомогою клина-відхилювача.....	37
2.3. Технологія зарізки бічних стовбурів	40
2.4. Висновки до розділу 2	45
РОЗДІЛ 3. ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЛЯ ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ ІСНУЮЧОЇ СВЕРДЛОВИНИ ШЛЯХОМ ЗАБУРЮВАННЯ БІЧНОГО СТОВБУРУ	47
3.1. Аналіз промислових даних по існуючій свердловині.....	47

3.2. Обґрунтування можливих ускладнень при спорудженні бічного стовбуру (за аналізом промислових даних будівництва існуючої свердловини).....	50
3.3. Обґрунтування конструкції і технології спорудження додаткового нового бічного стовбуру із існуючої свердловини	51
3.4. Висновки до розділу 3	55
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	59

ВСТУП

Актуальність теми. У покращенні паливно-енергетичного балансу України важливу роль відводять раціональному використанню фонду пробурених свердловин. Вагомим резервом для підвищення обсягів видобутку нафти і газу є фонд бездіючих, аварійних і ліквідованих свердловин, які становлять значну частку на багатьох родовищах України. Проаналізувавши стан розробки основних родовищ, можна зробити висновок, що велику кількість виведених із експлуатації свердловин можна та доцільно відновити і повторно ввести в промислову експлуатацію, що дасть змогу зекономити витрати на буріння нових свердловин.

На сьогодні найбільшого поширення набула технологія забурювання додаткових стовбурів крізь вирізане вікно в обсадній колоні. Перевагами такої технології є: менші затрати часу на виконання технологічної операції, менший об'єм винесення металевого шламу, значно нижча ймовірність виникнення аварійних ситуацій під час прорізання вікна в обсадній колоні завдяки використанню робочих інструментів без рухомих і розсувних елементів.

Метою роботи є удосконалити функціональне призначення зарізки бічних стовбурів, технологічні особливості зарізки бічного стовбура, окреслити проблематику, навести класифікацію клинів-відхилювачів, окреслити типи клинів-відхилювачів, впровадити можливості зарізки бічного стовбура як метод капітального ремонту в умовах Вакулівського ГКР.

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

- провести аналітичний огляд методу зарізки бічних стовбурів: функціональне призначення, технологічні особливості, проблематика під час зарізання бічного стовбуру;

- окреслити класифікацію клинів відхилювачів, навести короткий огляд клинів відхилювачів, вдосконалення конструкції виробництва інструменту, технологію зарізки бічного стовбура;

- аналіз застосовуваності зарізки бічного стовбура як капітального ремонту фонду свердловин на прикладі Вакулівського родовища.

Об'єктом дослідження є процес зарізка бічних стовбурів і технологія застосування клинів відхилювачів.

Предмет дослідження – вибір оптимальних клинів відхилювачів для капітального ремонту експлуатаційної свердловини шляхом забурювання бічного стовбуру.

Методи дослідження: методи гідроаеромеханіки; методи механіки гірських порід та геомеханіки; опір матеріалів; аналіз інформаційних джерел.

Наукова новизна полягає в тому, що для реальних умов Вакулівського ГКР обгрунтовано оптимальні клини відхилювачі для капітального ремонту експлуатаційної свердловини шляхом забурювання бічного стовбуру.

Практичне значення роботи полягає в тому, що отримані автором у процесі досліджень результати дозволили вибрати оптимальне обладнання, принцип роботи та механізми забурювання бічного стовбуру із діючої експлуатаційної свердловини.

Структура і обсяг роботи. Магістерська робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків та списку використаних джерел.

Магістерська робота виконана у Навчально-науковому інституті нафти і газу Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» в 2023 році під керівництвом к.т.н., доцента, доцента кафедри буріння та геології Харченко Максима Олександровича. По певним питанням було проведено консультації із інженерами компанії ТОВ «Науково-технічне підприємство «Бурова техніка».

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна магістерська робота спеціальності 184 Гірництво освітньо-професійної програми «Буріння нафтових і газових свердловин» на тему «Особливості капітального ремонту експлуатаційної свердловини в умовах Вакулівського ГКР (на основі промислових даних)».

Перший розділ роботи присвячено аналізу особливостей методу зарізки бічних стовбурів, функціональному призначенню зарізки бічних стовбурів, аналізу технологічних особливостей зарізки бічного стовбура, проблематика під час проведення зарізки бічного стовбура свердловини.

У другому розділі окреслено класифікація клинів відхилювачів, описаний короткий огляд клинів відхилювачів різного типу, вдосконалення конструкції та технології виробництва інструменту для забурювання бічних стовбурів, технологія зарізки стовбура.

В третьому розділі проаналізовано можливості інтенсифікації та капітального ремонту фонду свердловин з бічними горизонтальними стовбурами, методи споруджування бічних стовбурів для відновлення бездіючих свердловин на прикладі Вакулівського ГКР, аналіз застосування ЗБС та експлуатаційного буріння за результатами прогнозу, обґрунтування розрахункових технологічних показників роботи свердловин.

Загальні висновки відображають головні результати, що отримано в роботі.

Ключові слова: діюча експлуатаційна свердловина; капітальний ремонт свердловини; зарізка бічного стовбуру; вирізання вікна в обсадній колоні; клин-відхилювач.

ANOTATION

Qualification master's thesis of specialty 184 Mining of the educational and professional program «Drilling of oil and gas wells» on the topic «Features of the

workover of a production well in the conditions of the Vakulivske GCF (based on industrial data)».

The first section of the paper is devoted to the analysis of the features of the sidetracking method, the functional purpose of sidetracking, the analysis of technological features of sidetracking, and the problems during sidetracking.

The second section outlines the classification of deflector wedges, describes a brief overview of different types of deflector wedges, improvements in the design and production technology of tools for sidetracking, and the technology of sidetracking.

The third section analyzes the possibilities of intensification and workover of the well stock with sidetracks, methods of sidetracking to restore idle wells on the example of Vakulivske GCF, analysis of the use of coiled tubing and production drilling based on the forecast results, and justification of the estimated technological performance of wells.

The general conclusions reflect the main results obtained in the work.

Keywords: production well; well workover; sidetracking; window cutting in the casing; whipstock drilling tool.

АБРЕВІАТУРИ

ЗБС – зарізка бічного стовбуру;

ГКР – газоконденсатне родовище;

КНБК – компоновка низу бурильної колони;

РЦН - райбер із центрувальним напрямком;

БГС - бічний горизонтальний стовбур;

БВС – багатовибійна свердловина.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У роботі вирішено важливу науково-технічну і практичну задачу капітального ремонту існуючих експлуатаційних свердловин шляхом ефективного забурювання нових бічних стовбурів для відновлення їх продуктивності.

1. Наразі велика кількість експлуатаційних нафтових і газових свердловин майже припинили свою роботу через вироблення запасів вуглеводнів, високий ступінь обводненості, високого газового фактора, погіршення колекторських властивостей пластів-колекторів.

2. Є два варіанти вирішення проблеми: буріння нових свердловин або капітальний ремонт існуючої шляхом зарізки бічного стовбура. Зарізка бічних стовбурів свердловин служить для інтенсифікації системи розробки родовищ, збільшення коефіцієнта вилучення нафти з продуктивних пластів і фондівіддачі капіталовкладень. Однією з основних проблем є ризик розбіжностей, які виникають між фактичними даними свердловини та конструкцією бічного стовбура (фізичний стан обсадної колони, наявність кільцевого обладнання або розбіжності по відношенню до траєкторії), а також складні конструкції профілів бічних стовбурів є серйозною проблемою.

3. На території України технологія буріння бічних стовбурів із вирізаної ділянки колон повністю витіснена технологією зарізки з відхиляючого клина (уїпстока). Своєю чергою, технологія зарізки з уїпстока. Нині практично всі сервісні компанії із зарізання бічних стовбурів перейшли на комплекти райберів, які дають змогу за один спуск створити вікно, для подальшого буріння бічного стовбура і основна різниця полягає в способах заякорення.

4. За результатами аналізу промислових даних (дані взято по Вакулівському ГКР) та проведених в рамках роботи досліджень встановлено, що доцільно буріння бічного стовбура з відхиленням від вертикалі на 384 м на вибої свердловини. Забурювання бічного стовбуру проводиться з експлуатаційної колони діаметром 168 мм на глибині 3980 м. Проектна

глибина свердловини становить по вертикалі 4750 м / по стовбуру 4868 м. Проектний горизонт В-17 (С1v2). Для збереження цілісності експлуатаційного стовбура та створення надійного і довговічного каналу експлуатації продуктивних горизонтів прийнято опустити експлуатаційний хвостовик діаметрів 114,3/101,6 мм. Хвостовик підвішено на 100 м вище місця вибурення вікна в існуючій експлуатаційній колоні та не цементується. Розмежування пластів пропонується виконувати з використанням системи водореагуючих та нафто реагуючих набухаючих пакерів.

5. Вирізання вікна в обсадній колоні діаметром 168 мм (в інтер. 3993 – 4010 м) виконується роторним способом. Елементи КНБК – якір клина відхилювача-168; клин-відхилювач-168; ведучий та гнучкий фрез діаметром 139,7 мм; ТБТ-89 (НВ). Буріння проектного бічного стовбура діаметром 139,7 мм (в інтер. 4010 – 4868 м) здійснюється комбінованим (роторний, ГВД) способом з застосуванням долота вітчизняного виробництва діаметром 139,7 мм.

6. Для забезпечення спуску обсадної колони хвостовика в проектне положення та для якісного розмежування пластів запропоновано застосування технологічного оснащення: башмак направляючий зі зворотним клапаном діаметром 101,6 мм, посадочна муфта діаметром 101,6 мм, центратор-жорсткий діаметром 101,6 мм та 114,3 мм, за колонний набухаючий паркер нафтореагуючий та водореагуючий діаметром 101,6 мм, пакер підвіска хвостовика діаметром 114,3/101,6 мм у комплекті.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. AL-SALMI, A. A. D., AL-HAJI, Y., AL-HAMHAM, S. & AL FADHLI, A. 2011. New Technique To Side Track Across Very Hard Formation In The North Of Oman. Society of Petroleum Engineers
2. BakerHughes. (2013). Windowmaster G2 Whipstock System with Glyphaloy AMT-Dressed Mills Created Window and Drilled Rathole in Single Trip.
3. Lushpeev V.A., Tyukavkina O.V., Vasyanovich M.V. Method of Determining the cause of Water Cut Wells // World Applied Sciences Journal, 2014. - 29 (12). - P. 1645–1648.
4. Praful C. Desai and Charles H.Dewey, “Milling Variable Window Openings for Sidetracking,” IADC/SPE 59237 presented at the 2000 Drilling Conference, New Orleans, Louisiana, Feb 23-25, 2000.
5. Tyukavkina O. V., Chernyshov A. I. The influence of lithologic and commercial reservoir qualities on the efficiency of hydraulic fracturing // The Recent Trends in Science and Technology Management. Held by SCIEURO in London, 9–10 May 2013. London, 2013. p. 224–231.
6. Буріння бічних стовбурів як метод підвищення нафтовіддачі пласта в нафтових свердловинах / Павельєва О.Н., Басов А.О., Павельєва Ю.Н. // Видавництво в 5 т. / під заг. ред. д-ра техн. наук, проф. О.В. Савенок, 2017 – Т. 3 – 318 с.
7. Виконання комплексу робіт з літолого-петрофізичного дослідження порід брекчія горизонту П-1+2 нижньопермських відкладів при будівництві свердловини №212-Гнідинці. Український державний геологорозвідувальний інститут, Чернігівське відділення. Автори: О. Ю. Лукін, М. В. Щукін, О. Ш. Кнішман, Чернігів, 2006 р., 88 с.
8. Виконання комплексу робіт з літолого-петрофізичного дослідження нафтонасичених порід-колекторів нижньопермських відкладів у свердловині

№ 212 Гнідинцівського родовища. ПП “Будпростір”. Автори: М. Ю. Нестеренко, Ю. І. Федоришин, В. В. Іванов та інші. Львів, 2012 р., 71 с.

9. Геолого-економічна оцінка запасів Гнідинцівського нафтогазоконденсатного родовища (станом на 01.01.2010 р.), Р. А. Андрусик, В. Васьків, Д. Негрич, М. Дубина, О. Ванчак, НДПІ ВАТ “Укрнафта”, Івано-Франківськ, 2010 р., 3 книги, 625 с.

10. Доповнення до уточненого проекту розробки Гнідинцівського нафтогазоконденсатного родовища, ТОВ Нафтогазпроект. Кисіль В.В., Музичко І.І., Свихнушин О.М., Педай О.В. та інші, Київ, 2013 р.

11. Пат. 2173761, МПК4 E21B 29/06. Однопрохідний засіб з уїпстоком для утворення вікна в обсадній трубі свердловини / Макгаріан Б., Штайнкамп М.; заявник і патентовласник СМІТ ІНТЕРНЕСНЛ, ІНК (US). - № 981019- 13/03; 08.07.96; опубл. 20.11.99.

12. Пат. 3087524 WO МПК4 E21B 7/08. Спосіб виготовлення і конструкція відхилюючого засобу / Carter, Thurman, B.; Redlinger, Thomas, M.; Brunnert, David, J. заявник і патентовласник Weatherford/Lamb, Inc.; Carter, Thurman, B.; Redlinger, Thomas, M.; Brunnert, David, J. - № 3720- 04; 12.04.02; опубл. 14.04.03, Вип. 63 № 20, 2004.

13. Розробка нафтових родовищ, буріння свердловин з бічними і горизонтальними стовбурами / І.А. Прокопенко, М.Н. Прокопенко // Академічний журнал, №6, 2018 – Т-14. – 77 с.

14. Техніка і технологія проведення зарізки бічних стовбурів на родовищі Самотлор / Савченко А.В., Березовський Д.А. / «Наука. Техніка. Технології (політехнічний вісник)», №3. – 2018. – с. 97-100.

15. Уточнений проект розробки Гнідинцівського родовища нафти і газу. АТ “Укрнафта”; Л. Е. Мірзоян, В. Б. Спас, С. Д. Андрішак, В. В. Гушул та інші, ВАТ “Український нафтогазовий інститут”, наукове відділення, Київ, 1995 р.

16. Шенбергер В.М., Зозуля Г.П., Гейхман М.Г., Матиєшин І.С., Кустишев А.В. Техніка і технологія будівництва бічних стовбурів у нафтових і газових свердловинах: Навчальний посібник. - 2007.– 496 с.