

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 бакалавр
Спеціальність 184 Гірництво

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми
Харченко М.О.

«_____» _____ 2023 року

Завідувач кафедри буріння та геології
Винников Ю.Л.

«_____» _____ 2023 року

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему Управління параметрами промивальної рідини при
бурінні ERD-свердловин

Пояснювальна записка

Керівник
ст. викладач кафедри буріння та
геології Харченко Ігор Григорович
посада, наук. ступінь, ПІБ

Виконавець роботи
Цахло Денис Юрійович
студент, ПІБ
студент група 601ГР

підпис, дата

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, 2024

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	6
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ПИТАННЯ, ЩОДО ОСОБЛИВОСТЕЙ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ERD (EXTENDED REACH DRILLING) СВЕРДЛОВИН	10
1.1. Аналіз технологічних функцій промивальних рідин при бурінні ERD свердловин	10
1.2. Аналіз труднощів, що виникають при бурінні ERD свердловин	13
1.3. Аналіз труднощів з підбору промивальних рідин для буріння ERD свердловин	16
1.4. Висновки до розділу 1. Мета та задачі досліджень	18
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ПРОМИВАЛЬНИХ РІДИН, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ ДЛЯ БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН ERD РІЗНИМИ СЕРВІСНИМИ КОМПАНІЯМИ.....	20
2.1. Аналіз промивальних рідин на водній, синтетичній та нафтовій основі .	20
2.2. Аналіз світового досвіду використання різних промивальних для буріння ERD свердловин	24
2.3. Регулювання властивостей промивальної рідини	30
2.4. Висновки до розділу 2	31
РОЗДІЛ 3. МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ПРОМИВАЛЬНИХ РІДИН.....	32
3.1. Технічні вимоги до промивальних рідин при бурінні ERD свердловин	32
3.2. Основні аспекти управління технічними параметрами промивальної рідини	36

3.3. Рекомендації до параметрів бурового розчину для оптимізації гідравліки	38
3.4. Загальні поняття про оцінювання якості промивальних рідин	39
3.5. Методологічні аспекти оцінювання якості промивальних рідин	41
РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ СПОРУДЖЕННЯ ERD СВЕРДЛОВИНИ	48
4.1. Аналіз геологічних умов	48
4.2. Обґрунтування типів і параметри промивальних рідин	52
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	59

АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі «Управління параметрами промивальної рідини при бурінні ERD-свердловин» в першому розділі розглянуто труднощів, що виникають при бурінні довгих горизонтальних стовбурів свердловин, проаналізовано технологічних функцій промивальних рідин та окреслено технічні вимоги до них при бурінні ERD свердловин.

У другому розділі проведено аналіз промивальних рідин, що застосовуються для буріння ERD свердловин різними сервісними компаніями.

У третьому розділі наведено методологія оцінювання якості промивальних рідин.

В четвертому розділі впроваджено результати досліджень. Обґрунтовано прийняті параметрами промивальної рідини при бурінні ERD-свердловин на Х родовищі.

Ключові слова: ERD-свердловин, промивальні рідини.

ANNOTATION

In the qualification work "Management of mud parameters during ERD well drilling", the first section discusses the difficulties encountered when drilling long horizontal wellbore, analyzes the technological functions of muds and outlines the technical requirements for them when drilling ERD wells.

The second section analyzes the flushing fluids used for drilling ERD wells by various service companies.

The third section presents the methodology for evaluating the quality of flushing fluids.

Section 4 presents the results of the study. The accepted parameters of the flushing fluid for drilling ERD wells at the X field are substantiated.

Keywords: ERD-wells, drilling fluids.

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасному світі, де постійно зростає попит на енергоресурси, ефективне та екологічнобезпечне буріння нафтових та газових свердловин є надзвичайно важливим. Буріння ERD-свердловин (Extended Reach Drilling), яке включає створення свердловин з великими відхиленнями від вертикалі, вимагає особливої уваги до управління параметрами промивальної рідини, оскільки такі свердловини часто зустрічають складніші геологічні та операційні умови.

Коректне управління параметрами промивальної рідини важливе з кількох причин. По-перше, це забезпечує ефективне видалення вибуреної породи, запобігає забрудненню та засміченню свердловини, тим самим підвищуючи продуктивність та знижуючи ризик аварійних ситуацій. По-друге, оптимізація хімічного складу та фізичних властивостей промивальної рідини може зменшити негативний вплив на навколишнє середовище та підвищити екологічну безпеку бурових операцій.

З огляду на це, дослідження та розробка ефективних методів управління параметрами промивальної рідини при бурінні ERD-свердловин стає актуальним та необхідним завданням, що має значний технічний, екологічний та економічний вплив на нафтогазову індустрію. Це також сприяє розвитку нових технологічних рішень, забезпечує безпеку та ефективність буріння, а також відповідає сучасним вимогам сталого розвитку.

Мета досліджень. Метою роботи є оптимізація методів управління параметрами промивальної рідини для підвищення ефективності та безпеки процесу буріння ERD-свердловин.

Задачі досліджень:

- дослідити типи промивальних рідин, що застосовуються для буріння ERD свердловин різними сервісними компаніями;

- вивчення властивостей та вимог до промивальних рідин. Оцінка фізико-хімічних властивостей промивальних рідин, які впливають на процес буріння, включаючи їх в'язкість, щільність, хімічний склад та здатність до очищення стовбура свердловини.

- розробка критеріїв для оцінки ефективності промивальних рідин;
- аналіз впливу різних параметрів промивальної рідини на процес буріння;

- розробка рекомендацій щодо оптимізації промивальних рідин: Формулювання практичних рекомендацій для підвищення ефективності управління параметрами промивальної рідини в залежності від специфічних умов буріння ERD-свердловин.

Об'єктом дослідження є процес управління параметрами промивальної рідини під час буріння свердловин ERD.

Предмет дослідження – методи управління параметрами промивальної рідини.

Методи дослідження: теоретичний аналіз наукової літератури, порівняльний аналіз технологій; пояснення.

Наукова новизна отриманих результатів – удосконалення методів управління параметрами промивальної рідини при бурінні ERD-свердловин.

Структура і обсяг роботи. Магістерська робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків та списку використаних джерел. Вона викладена на 62 сторінках, у тому числі 10 рисунків, 9 таблиць, 4 сторінках списку використаних джерел (37 найменувань).

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В роботі вирішено науково-технічну задачу з оптимізації методів управління параметрами промивальної рідини для підвищення ефективності та безпеки процесу буріння ERD-свердловин

1. Промивальні рідини для буріння ERD-свердловин повинні забезпечити максимальну швидкість проходки, якісне очищення стовбура свердловини та до мінімуму скоротити час контакту з колектором.

1. Для визначення параметрів промивальних рідин необхідно врахування наступних факторів: гідравлічний тиск, реологічні властивості, втрати тиску в кільцевому просторі, ECD та навантаження. При цьому для управління ECD необхідно використовувати буровий розчин з мінімальною пластичною в'язкістю, не втрачаючи при цьому очисних і суспензійних властивостей рідин.

2. Для буріння ERD-свердловин застосовують промивальні рідини на водній, нафтовій та синтетичній основі.

3. За результати досліджень обґрунтовано методологію вибору типу і компонентного складу бурового розчину, що сприяє зниженню ймовірності ускладнень і забезпеченню якісного буріння на ефективних швидкостях. Встановлено, що для кожного інтервалу буріння доцільно враховувати ймовірність виникнення ускладнень, зумовлених особливостями гірничо-геологічних порід.

4. Результати досліджень впроваджено при проектуванні ERD свердловини на X родовищі. Для буріння горизонтальної діляки свердловин прийнято систему промивних рідин на вуглеводневій основі з використанням мінеральних масел.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Буріння свердловин: навч. посіб. [Електронний ресурс] /Є.А. Коровяка, В.Л.Хоменко, Ю.Л. Винников, М.О. Харченко, В.О. Расцветаев ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т«Дніпровська політехніка».–Електрон. текст.дані.–Дніпро:НТУ «ДП», 2021.–294с.
2. Винников Ю.Л. Основи буріння свердловин: конспект лекцій для студентів спеціальності 103 Науки про Землю. Ступінь вищої освіти – бакалавр. – Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2021 – 120 с.
3. Демчина М.М. Експертні методи оцінки технологічних параметрів у процесі буріння свердловин /М.М. Демчина, В.І. Шекета, Р.Б. Вовк // Нафтогазова енергетика. 2013 – №1 (19)
4. Коровяка Є.А. Прогресивні технології спорудження свердловин: монографія [Електронний ресурс] / Є.А. Коровяка, А.О. Ігнатов ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». Електрон. текст. дані. – Дніпро: НТУ «ДП», 2020. – 166 с.
5. Коцкулич Я.С. Розробка та впровадження комплексу технічних засобів і технологій буріння похило-скерованих і горизонтальних свердловин (для умов нафтогазових родовищ України) / Дисертація. – 2013.
6. Матвійків Т. М. Інформаційні технології усунення ударів та вібрацій в похило-скерованому бурінні : дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук : 05.13.06 – інформаційні технології / Тарас Михайлович Матвійків ; Міністерство освіти і науки України, Національний університет “Львівська політехніка”. – Львів, 2016. – 157 с.
7. Розробка методів управління параметрами двофазного потоку, що використовується для промивання свердловин / А.Ф. Булат, Б.А. Блюсс, В.Г. Шевченко, В.И. Елисеєв, М.М. Лях, А.Ю. Дреус // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць. – Дніпропетровск: ІГТМ НАНУ, 2016. – Вип. 131. – С. 3-13.

8. Політучий О.І. Буріння нафтових і газових свердловин: Навчальний посібник / О.І. Політучий. – Полтава: Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2021.–170 с.
9. Промивальні рідини в бурінні : підручник/ ЄА. Коровяка, Ю.Л. Винников, А.О. Ігнатов, О.В. Матяш, В.О. Расцветаєв // М-во освіти і науки України, Нац.тех.ун-т «Дніпровська політехніка». – 4-те вид., доп. – Дніпро : Журфонд, 2023. – 420 с.
10. Орловський В.М. Нафтогазовилучення з важкодоступних і виснажених пластів / В.М. Орловський, В.С. Білецький, В.І. Сіренко // Харків: Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, НТУ «Харківський політехнічний інститут», ТОВ НТП «Бурова техніка», Львів, Видавництво «Новий Світ – 2000», 2023. – 312 с.
11. Офіційний сайт компанії ГЕОСИНТЕЗ ІНЖЕНІРІНГ <https://gse.ua/>
12. Офіційний сайт компанії «Baker Hughes»: <https://www.bakerhughes.com>
13. Офіційний сайт компанії «Halliburton»: <http://www.halliburton.com>
14. Офіційний сайт компанії «Schlumberger»: <https://www.slb.com>
15. Офіційний сайт компанії «Weatherford»: <https://www.weatherford.com>
16. Система контролю параметрів промивальних рідин з метою запобігання аварій та ускладнень / Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2017. – Вип. 65(106). – С. 27-38.
17. Технологія і техніка буріння / В.С. Войтенко, В.Г. Вітрик, Р.С. Яремійчук. – Л: Центр Європи, 2012.–708 с.
18. Шавранський В.М., Шекета В.І, Шавранський М. В. Інтелектуальна система підтримки прийняття рішень при керуванні процесом буріння свердловин в ускладнених умовах / Методи та прилади контролю якості. Науково-технічний журнал. № 1(44). 2020. ІФНТУНГ. С.119 – 137
19. Фем'як Я. М. Аналіз бурових розчинів при розкритті продуктивних пластів боковим стовбуром / Я. М. Фем'як, О. М. Федик, В. І. Щуцький // Матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції «Нафта і газ. Наука – освіта – виробництво: шляхи інтеграції та інноваційного розвитку. – Дрогобич, 2019. – С. 13 – 17.

20. Carden, R.S.; Grace, R.D. Horizontal and Directional Drilling; PetroSkills OGCI: Tulsa, OK, USA, 2007
21. Chen, X.; Gao, D. The Maximum-Allowable Well Depth While Performing Ultra-Extended-Reach Drilling From Shallow Water to Deepwater Target. SPE J. 2018, 23, 224–236
22. E-Tech International/Powers Engineering. Comprehensive Extended Reach Drilling (ERD) Study for Block 56. DRAFT ETech International/Powers Engineering, 4452 Park Blvd., Suite 209. San Diego, California 92116, 2005.
23. Extended-reach drilling (ERD) – The main problems and current achievements /Karim El Sabeh, Nediljka Gaurina-Medimurec, Petar Miji, Igor Medved and Borivoje Paši// Applied Sciences. – №13. – 2023. <https://doi.org/10.3390/app13074112>
24. Gaurina-Međimurec, N.; Pašić, B.; Mijić, P. Oil and Gas New Drilling Technologies. Annu. Croat. Acad. Tech. Sci. 2016, 2017, 101–128
25. Gul, S. Machine Learning Applications In Drilling Fluid Engineering: A Review. In Proceedings of the ASME 2021 40th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering OMAE2021, OMAE2021-63094, Virtual Online, 21–30 June 2021
26. Gupta, A. Planning and Identifying Best Technologies for ERD Wells. In Proceedings of the SPE/IADC 102116, SPE/IADC Indian Drilling Technology Conference and Exhibition, Mumbai, India, 16–18 October 2006; pp. 1–6.
27. Hathaway N., McGregor S. Extended reach technology continues to evolve. – drilling & completion. – 2020
28. Hussien Alzaki, Nadhir Rahmani, Matthew Carr Breaking ERD Records with Optimized Engineering and Practices: Making the Impossible Possible – Paper presented at the SPE Middle East Oil & Gas Show and Conference, event canceled, November 2021 <https://doi.org/10.2118/204550-MS>
29. Klotz, C.; Bond, P.R.; Wassermann, I.; Priegnitz, S. A New Mud Pulse Telemetry System for Enhanced MWD/LWD Applications. In Proceedings of the IADC/SPE 112683, IADC/SPE Drilling Conference, Orlando, FL, USA, 4–6 March 2008

30. Li, X.; Gao, D.; Lu, B.; Zeng, Y.; Ding, S.; Zhou, S. A Prediction Model of the Shortest Drilling Time for Horizontal Section in Extended Reach Well. *J. Pet. Sci. Eng.* 2019, 182, 106319
31. Morrison, A.; Serov, N.; Ahmed, F. Completing Ultra Extended-Reach Wells: Overcoming the Torque and Drag Constraints of Brine. In *Proceedings of the Abu Dhabi International Petroleum Exhibition & Conference*, Abu Dhabi, United Arab Emirates, 11–14 November 2019
32. Mahmoud, H.; Hamza, A.; Nasser, M.S.; Hussein, I.A.; Ahmed, R.; Karami, H. Hole cleaning and drilling fluid sweeps in horizontal and deviated wells: Comprehensive review. *J. Pet. Sci. Eng.* 2019, 186, 106748
33. Weeden Scott ERD wells push distance boundaries. – 2017 <https://www.oedigital.com/news/447082-erd-wells-push-distance-boundaries>
34. Wen-Jun Huang, De-Li Gao Analysis of drilling difficulty of extended-reach wells based on drilling limit theory – *Petroleum Science – Volume 19, Issue 3, 2022, P. 1099-1109*
35. Yeung, J.; Li, J.; Lee, J.; Guo, X. Evaluation of Lubricants Performance for Coiled Tubing Application in Extended Reach Well. In *Proceedings of the SPE/ICoTA Coiled Tubing and Well Intervention Conference and Exhibition*, Houston, TX, USA, 21–22 March 2017. SPE-184810-MS
36. Zou, L.; Patel, M.H.; Han, G. A New Computer Package for Simulating Cuttings Transport and Predicting Hole Cleaning in Deviated and Horizontal Wells. In *Proceedings of the SPE International Oil and Gas Conference and Exhibition*, Beijing, China, 7–10 November 2000.
37. Интернет ресурсы
https://static1.squarespace.com/static/52d71403e4b06286127a1d48/t/53237d7ee4b0e6df3fc7bce9/1394834814315/081_705TORERDBlock56.pdf (accessed on 17 February 2023).