

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

Навчально-науковий інститут нафти і газу
Кафедра буріння та геології
Спеціальність 184 Гірництво

До захисту

Гарант освітньої програми
Харченко М.О.

« ____ » _____ 2024 року

Завідувач кафедри буріння та геології
Винников Ю.Л.

« ____ » _____ 2024 року

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему Використання удосконалених бурових розчинів при
глибокому бурінні свердловин у нестійких відкладах

Пояснювальна записка

Керівник

д.г.-м.н., професор Лукін О.Ю.
посада, наук. ступінь, ПІБ

підпис, дата,

Виконавець роботи

Жученко Андрій Віталійович
студент, ПІБ

група _____

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

Консультант за 4 розділом

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.**

**Завідувач кафедри буріння та геології
Винников Ю.Л.**

« ____ » _____ 2023 року

« ____ » _____ 2023 року

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

Жученко Андрій Віталійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Використання удосконалених бурових розчинів при глибокому бурінні свердловин у нестійких відкладах

Керівник проекту (роботи) д.г.-м.н., проф., професор кафедри буріння та геології Лукін О.Ю.

(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 свердловин (за необхідності).

3. Геологічні звіти за профілем роботи _____

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

Вступ.

1. Аналіз сучасних бурових розчинів для буріння у нестійких колекторах.

2. Обґрунтування бурових розчинів для буріння в нестійких колекторах.

3. Впровадити дослідження в практику проектування і буріння свердловин на нафту і газ.

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)

АНОТАЦІЯ

Проблема нестійкості відкритого стовбура свердловини є однією з найбільш нагальних проблем для нафтогазових компаній. Обвалення стінок свердловини, що призводять до прихоплень бурильних і обсадних колон, нерідко закінчуються ліквідацією свердловини. Підвищення мастильної здатності бурового розчину не тільки покращує протиприхоплювальні властивості, але і сприятливо позначається на стійкості стінок нестійких гірських порід.

У роботі проведено дослідження якості розкриття нестійких гірських порід шляхом додавання мастильної добавки поліфункціональної дії до бурових розчинів. Розглянуті мастильні композиції на основі вищих жирних кислот і діоксанових спиртів (оксаль) - Сонбур. Проведений аналіз використання добавки на родовищах показав, що оптимальне співвідношення вищих жирних кислот до оксалю, рівне 2:8, забезпечує найбільш високі мастильні, стабілізуючі, протизносні та протиприхоплювальні властивості, а також поліпшення інгібуючих, гідрофобізуючих, поверхнево-активних, реологічних властивостей різних систем бурових розчинів.

ABSTRACT

The problem of open hole instability is one of the most pressing issues for oil and gas companies. Well wall collapses that lead to drill and casing stuck, often result in well abandonment. Increasing the lubricity of the drilling mud not only improves the anti-seize properties but also has a favorable effect on the stability of unstable rock walls.

This paper investigates the quality of opening unstable rocks by adding a polyfunctional lubricant additive to drilling fluids. The lubricant compositions based on higher fatty acids and dioxane alcohols (oxal) - Sonbur - are considered. The analysis of the use of the additive in the fields has shown that the optimal ratio of higher fatty acids to dioxal, equal to 2:8, provides the highest lubricating, stabilizing, anti-wear and anti-seize properties, as well as improvement of inhibiting, hydrophobizing, surfactant, rheological properties of various drilling fluid systems.

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ РОЗРОБОК ДЛЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ РЕАГЕНТІВ ПРИ БУРІННІ СВЕРДЛОВИН У НЕСТІЙКИХ ВІДКЛАДАХ

1.1 Проблеми стійкості стовбура свердловини

1.2 Стійкість порід на стінці свердловини

1.3 Аналітичний огляд багатофункціональних мастильних добавок і стану їх вивченості

1.4 Оцінка порівняльної ефективності лубрикантів в складі бурових розчинів

1.5 Існуючі розробки багатофункціональних мастильних добавок для бурових розчинів при бурінні і закінченні свердловин

Висновки до розділу 1

РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИХ МАСТИЛЬНИХ ДОБАВОК ДЛЯ БУРОВИХ РОЗЧИНІВ

2.1 Вибір методів оцінки властивостей багатофункціональних мастильних добавок для бурових розчинів

2.2 Вибір методики визначення та критеріїв оцінки протиприхоплюючих та стабілізуючих властивостей багатофункціональних мастильних добавок для бурових розчинів

2.3 Вибір критеріїв оцінки протиприхоплюючих та стабілізуючих властивостей мастильних добавок для бурових розчинів.

2.4 Методика оцінки дисперсного складу твердої фази глинистої суспензії

2.5 Методика визначення реологічних властивостей бурових розчинів на програмованому віскозиметрі та визначення ізолюючих властивостей граничних шарів

Висновки до розділу 2

РОЗДІЛ 3 УДОСКОНАЛЕННЯ ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНИХ МАСТИЛЬНИХ ДОБАВОК ДО БУРОВИХ РОЗЧИНІВ

3.1 Теоретичні передумови створення стабілізуючих мастильних добавок нового покоління

3.2 Аналіз складів багатофункціональних мастильних добавок для бурових розчинів

3.3 Аналіз композиції на основі моноетаноламінів легких талових мастил

3.4 Аналіз оптимального співвідношення інгредієнтів в композиції оксаль-66

3.5 Аналіз композиції оксаль-66 з урахуванням енергії гідрофобних взаємодій

3.6 Аналіз відомих і досліджуваних багатофункціональних мастильних добавок з точки зору адсорбційних взаємодій

3.7 Вплив мастильної добавки Сонбур на технологічні параметри бурових розчинів

Висновки до розділу 3

РОЗДІЛ 4 ЗАСТОСУВАННЯ МАСТИЛЬНИХ ДОМІШОК ПРИ БУРІННІ СВЕРДЛОВИН ТА ПРИ СПУСКУ ОБСАДНИХ КОЛОН

4.1 Керування стовбуром похило-скерованих і горизонтальних свердловин

4.2 Технічні засоби і обладнання при бурінні та спуску обсадних колон

4.3 Вибір промивальних рідин та регламентування технології застосування мастильних компонентів бурових розчинів

4.4 Технічні вимоги до реагентів для вхідного контролю їх якості

Висновки до розділу 4

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ВСТУП

Актуальність проблеми.

Проблема нестійкості відкритого стовбура свердловини є однією з найбільш нагальних проблем для нафтогазових компаній. Обвалення стінок свердловини, що призводять до прихоплень бурильних і обсадних колон, нерідко закінчуються ліквідацією свердловини.

Підвищення мастильної здатності бурового розчину не тільки покращує протиприхоплювальні властивості, але і сприятливо позначається на стійкості стінок нестійких гірських порід. Крім того покращується робота всіх складових елементів технологічного процесу поглиблення свердловини: підвищується зносостійкість і довговічність вузлів тертя бурового обладнання, вибійних двигунів та доліт, знижується гідравлічний опір в циркуляційній системі, і реалізується велика потужність на механічне буріння; запобігає додатковому зволоженню глинистих порід за рахунок гідрофобізації і зниження проникності фільтраційної кірки та ін.

Мінімізувати сили тертя та покращити стійкість гірських порід можна за рахунок видалення шламу, зниження товщини глинистої кірки, виключення різких коливань кривизни, але більш ефективно за рахунок поліпшення мастильних властивостей бурового розчину. Розрахунки показують, що частка зниження величини опорів руху інструменту в колоні, обумовлена мастильним ефектом, становить понад 60%.

Мета роботи - підвищення якості розкриття нестійких гірських порід шляхом додавання мастильної добавки поліфункціональної дії до бурових розчинів.

Основні завдання досліджень

1. Провести аналіз ефективних технологій буріння із запобіганням руйнуванню стінок свердловини.
2. Визначити найбільш перспективні напрямки отримання ефективних добавок для забезпечення стійкості порід та підвищення ефективності буріння.

3. Проаналізувати різні методи і критерії оцінки стабілізуючих, мастильних, протизношуючих і протиприхоплюючих властивостей бурових розчинів і визначити найбільш оптимальні методи і критерії.
4. На основі вимог, що пред'являються до багатофункціональних добавок, визначити оптимальні склади композицій.
5. Охарактеризувати вплив на стабільність стінки свердловини, на колекторські властивості покладів та технологічні властивості бурових розчинів і розглянути рекомендації щодо їх використання та покращення.

Наукова новизна

Удосконалено склади багатофункціональних добавок для бурових розчинів, що ефективно працюють у нестійких гірських породах, мінералізованих середовищах з підвищеним вмістом солей полівалентних металів, високих контактних тисків і вибійних температур.

Практичне значення роботи

На підставі досліджень доведено, що бурові розчини з добавками Сонбур володіють високою ефективністю при бурінні глибоких свердловин у нестійких глинистих гірських породах та здатністю до збереження колекторських властивостей покладу, а також підвищеними проти-прихоплювальними властивостями в різних системах бурових розчинів для буріння і закінчення свердловин в складних гірничо-геологічних умовах.

Апробація результатів досліджень. Основні положення магістерської роботи доповідались і схвалені на 75 науково-практичній конференції викладачів, аспірантів та студентів Національного університету Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка.

Структура і обсяг роботи. Магістерська робота містить ___ сторінок основного тексту та складається із вступу, чотирьох розділів, висновків та списку використаних джерел.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У роботі проведено дослідження якості розкриття нестійких гірських порід шляхом додавання мастильної добавки поліфункціональної дії до бурових розчинів. Основними результатами роботи є:

1. Проведено огляд сучасних проблем зі стійкістю стінки свердловини в процесі буріння нестійких гірських порід на великих глибинах при високих температурах. Для забезпечення стійкості стінки свердловини при бурінні у нестійких породах доцільно застосовувати емульсійні розчини, спеціальні інгібітори або ж багатофункціональні мастильні добавки, що забезпечують широкий спектр властивостей бурового розчину.

2. Проведено аналіз відомих досліджень в області використання і застосування, механізму дії мастильних добавок для бурових розчинів, методів і критеріїв оцінки їх ефективності. Обґрунтований підхід до створення нових типів мастильних добавок для забезпечення стійкості стінок свердловин при бурінні, що базується на концепції синергетично обумовлених взаємодій в багатокомпонентних системах.

3. Розглянуті мастильні композиції на основі вищих жирних кислот і діоксанових спиртів (оксаль) - Сонбур. Проведений аналіз використання добавки на родовищах показав, що оптимальне співвідношення вищих жирних кислот до оксалю, рівне 2:8 (в композиції Сонбур-1101), забезпечує найбільш високі мастильні, стабілізуючі, протизносні та протиприхоплювальні властивості, а також поліпшення інгібуючих, гідрофобізуючих, поверхнево-активних, реологічних властивостей різних систем бурових розчинів.

4. Досліджено та проаналізовано параметри багатофункціональної добавки Сонбур, що забезпечує збереження фільтраційних властивостей порід-колекторів. За рахунок сорбційних взаємодій компонентів реагенту відбувається створення міцелярно-пов'язаних структур в складі фільтраційної кірки і за рахунок зміцнення цементної глинистої кірки на стінках свердловини знижуються дифузні процеси поверхневої гідратації, які перешкоджають проникненню фільтрату в породу та запобігають руйнуванню скелету нестійких відкладів.

5. Розчини з використанням багатофункціональної мастильної добавки Сонбур рекомендовано до впровадження при бурінні високотемпературних глибоких свердловин родовищ ДДЗ із високими пластовими температурами та нестійкими гірськими породами, в тому числі із горизонтальним закінченням. Використання при бурінні свердловин на родовищах із складними інженерно-геологічними умовами (наприклад Пірківське чи Мачухське родовища) дозволить збільшити швидкість буріння та зменшити час будівництва нових свердловин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Baibakov N.K., Garushev A.R., Antoniadi D.G. Kuban – the cradle of Russian oil and gas industry. – Krasnodar :Center for Information and Economic Development of Printing, Television and Radio of Krasnodar Region, 1999. – 308 p.
2. Griffin W.C. Classification of Surface-Active Agents by «HLB» / J. Soc. Cosmet. Chem. – 1950. – No 1. – P. 311.
3. Лубан Ю.В. Про вплив промивних рідин, інгібованих хлоридом магнію, на якість розкриття продуктивних горизонтів / Ю.В. Лубан // Нафтова і газова промисловість. - 1998. -№6. -С.21 –23.
4. Фик І.М. Геолого-технологічні основи підвищення коефіцієнта вуглеводневилучення з газоконденсатних родовищ: дис. ... докт. техн. наук: 05.15.06. / Фик І.М. – Івано-Франківськ, 1999. – 261 с.
5. Дорошенко В.М. Методологічні та технологічні основи комплексної інтенсифікуючої та ізолюючої дії на систему “свердловино-пласт”: дис. ... докт. техн. наук: 05.15.06 / Дорошенко В.М. - Івано-Франківськ, 1996. – 399с.
6. Єгер Д.О., Дорошенко В.М., Зарубін Ю.О., Бондарук В.Ю. Перспективи системної дії на привибійну зону пласта / Д.О. Єгер, В.М. Дорошенко, Ю.О. Зарубін, В.Ю. Бондарук // Проблеми і перспективи науково-технічного прогресу АТ “Укрнафта” в умовах ринку. - Івано-Франківськ: КЦ “Західний кур’єр”. – 2006. – С. 195 – 196.
7. Черниш І.Г. Модифіковані волокнисті сорбенти нафтопродуктів на основі гірничо-збагачувального виробництва / І.Г. Черниш, С.В. Ільчишина, Д.О. Єгер, та ін.// Нафтова і газова промисловість. – 1996. - № 2. - С. 32 – 33.
8. Ільчишина С.В. Використання гідрофільно-гідрофобних сорбентів на основі мінеральних волокон та терморозширеного графіту для очищення підтоварної води / С.В. Ільчишина, І.Г. Черниш, М.Ф. Іванишин, Д.О. Єгер // Нафтова і газова промисловість. - 1997. - № 3. - С. 26 – 27.
9. Krol David A. Additives cut differential pressure sticking in drill pipe. Oil

10. Browning W. C. Extreme - pressure lubes in drilling mud. - «The oil and Gas Journal», 1959, 57 No. 39, p. 43-47.

11. Кистер Э.Г. и др. Улучшение смазывающих свойств промывочных растворов // Новости нефт. и газовой техники. - М.: Госинти.- 1972. - вып. 12- С.5-6.

12. Lammons A.D. Field use documents glass-bead performance // Oil and gas 1984/-Vol.82 №48. -P. 109-111.

13. Insight D.P., Dye B.M., Smith F.M. New fluid system substitutes for oil-base muds. World oil. - 1991. - 221, № 3. - P. 92, 95, 97.

14. Davies S.N., Meeten G.H., Way P.W. Additives for Water-based drilling fluid, заявка 2277759 Великобритания, МКИ5 С 09 К 7/00 № 9309439.9; заявл. 07.05.93; опубл. 09.1 1.94; НКИ F1F.

15. Motley Terry. Lubricant meets lab, tests for reduction torque. World oil, 1984, 198, № 7, P. 177, 179, 182. ISSN 0043-8790 US.

16. Gutierrez Antonio, Brownwell Darrell W, Walker Thad O. Lubricating additive for drilling mud's. Exxon Research and Engineering Co. Патент 4491524, США. Заяв. 08.12.83, №559340, опубл. 01.01.85. КИ С 09 К 7/00; С 09 К 3/00, НКИ 252/8.5.с.

17. Reid Paul I., Craster Bernadette. Drilling fluid. Заявка 2297775, Великобритания, КИ6 С 09 К 7/02. № 9502587.0; заявл. 10.02.95; опубл. 14.08.96. НКИ E1F.

18. Long W. The lubricating mechanics of lubricating drilling fluids on synthetic diamond bit// J. Cent. S. Univ./Technol.-1996. -Vol. 3 №1. -P.85-87.

19. Bole G.M. Effect of mud composition on wear and friction of casing and fool joints//SPE Drill. Eng.-Vol.1 №5.-P.369-376.

20. Andreson B.A., Maas A.F., Penkov A.I., Koshelev V.N., Fathutdinov I.H. Complex Inhibitor Drilling Mud For Drilling Deep Weels In. Complicated Conditions // Petroleum Engineer International. Houston Texas.- 1999.-Vol. 72.8.

21. SPE 19537 M.S. QN1GLEY. Advanced Technology for laboratory measurements off drilling fluid friction coefficient.

22. Andreson B.A., Maas A.F., Penkov A.I., Koshelev V.N., Fathutdinov I.H. Complex Inhibitor Drilling Mud For Drilling Deep Weels In. Complicated Conditions // Petroleum Engineer International. Houston Texas.- 1999.-Vol. 72.8

23. Основи геофізики (Методи розвідувальної геофізики): підручник / М. І. Толстой, А. П. Гожик, М. В. Рева, В.П.Степанюк – К. : Київ. ун-т, 2006. – 446 с.

24. Толстой М.І. та ін. Основи геофізики. К.: Обрії, 2007. – 446 с.

25. Тяпкін К.Ф., Тяпкін О.К., Якимчук М.А. Основи геофізики: Підручник. – К.: „Карбон Лтд”, 2000. – 248 с.

26. Курганський В. М., Тішаєв І. В. Електричні та електромагнітні методи дослідження свердловин: Навчальний посібник. – К.: Видавничополіграфічний центр "Київський університет", 2011. – 175 с.

27. Методичні вказівки з лабораторних занять з курсу «Геофізичні методи досліджень» для студентів геологічних спеціальностей / Безродна І.М., . Безродний Д.А//КНУ імені Тараса Шевченка, Київ , 2012 – 65 с.

28. Миронцов М.Л. Багатозондова апаратура електрометрії нафтогазових свердловин // Наука та інновації. 2018, 14(3): 57—63.

29. Миронцов М.Л. Електрометрія нафтогазових свердловин – К.: ТОВ «Видавництво «Юстон», 2019. – 217 с

30. Меркур'єв А.Б., Рудий М.І., Бульбас В.М., Болоховська В.А., Пилипець І.А. Вітчизняні біополімери як загусники кислотних розчинів // Матеріали 8-ої Міжнародної науково- практичної конференції „Нафта і газ України - 2004" (Судак, 29 вересня - 1 жовтня 2004 р.) в 2 томах. - Львів: „Центр Європи", 2004. - Том 2. - С, 64 - 66.

31. Рудий М.І., Болоховська В.А. Загущені кислоти. Загусники на основі біополімерів // Нафтова і газова промисловість. - 2008. - № 3, - С. 38 - 40.

32. Рудий М.І., Михайлюк В.Д., Рибчак О.В. та інші. Застосування біополімерів у процесах інтенсифікації буріння, видобутку нафти та підвищення віддачі пластів // Тези доповідей і повідомлень наук.-практ. конф. „Стан, проблеми і перспективи розвитку нафтогазового комплексу західного регіону України". - Львів, 1995. - С.94 - 95.

33. Болоховська В.А., Рудий М.І. Використання вітчизняних біополімерів у процесах видобування нафти і газу // Збірник наукових праць наук.-практ. конф. „Стан і перспективи розробки родовищ нафти і газу України", 18 - 21 листопада 2003 року. - Івано-Франківськ, 2003. - С.242 - 243.

34. Розенгафт, Р.С. Яремійчук, І.Ю. Харів, С.В. Лубан] // Нафта і газ України: матеріали 6-ої Міжнародної наук.-практ. конф. [«Нафта і газ України – 2000»], (Івано-Франківськ, 31 жовтня – 3 листопада): зб. наук. праць. – Івано-Франківськ: ІФДТУНГ, 2000. – Т. 2. – С. 91.

35. Карп І.М., Єгер Д.О. Зарубін Ю.О. та інші. Стан і перспективи розвитку нафтогазового комплексу України. - Київ: „Наукова думка", 2006. - 309с.

36. Угриновський А.В. Класифікація плунжерів та особливості їх вибору для установки плунжерного піднімача / А.В. Угриновський, Л.Б. Мороз, І.В. Криськів // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2011. – №4(41). – С. 13-20.

37. Пат. 20548А Україна, МКВ Е21В 43/27. Спосіб хімічної обробки пластів / Підприємство „Долинанфтогаз” ВАТ „Укрнафта”: Петриняк В.А., Рудий М.І., Касянчук В.Г. та інші. – № 96114237; заявл. 18.11.96; опубл. 15.07.97, Бюл. № 3.

38. Kalfayan, L. (2008) Production Enhancement with Acid Stimulation. 2nd edn. Tulsa, Oklahoma: PennWell Corporation.