

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.  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року

Завідувач кафедри буріння та геології  
Винников Ю.Л.  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року

**МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**

на тему Підвищення ефективності первинного розкриття теригенних  
колекторів шляхом використання біополімерних бурових розчинів

Пояснювальна записка

Керівник  
д.т.н., професор Винников Ю.Л.  
посада, наук. ступінь, ПІБ  
\_\_\_\_\_  
підпис, дата,

Виконавець роботи  
Шовкопляс Артем Юрійович  
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

# ЗМІСТ

## ВСТУП

## РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПОЛІМЕРНИХ БУРОВИХ РОЗЧИНІВ

1.1 Передумови створення біополімерних бурових розчинів з тиксотропними властивостями

1.2 Аналіз біополімерних бурових розчинів на основі ксантанової камеді

1.3 Полімерні бурові розчини: властивості, досвід застосування та методи регулювання параметрів

Висновки до розділу 1

## РОЗДІЛ 2 ВИБІР СКЛАДУ БІОПОЛІМЕРНОГО БУРОВОГО РОЗЧИНУ ДЛЯ ГЛИБОКОГО БУРІННЯ У ТЕРИГЕННИХ ВІДКЛАДАХ

2.1 Біополімерна система Біокар: склад та основні властивості

2.2 Дослідження технологічних характеристик біополімерних систем у умовах високих температур теригенних покладів

2.3 Особливості використання солей в біополімерних системах

Висновки до розділу 2

## РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ КОПИЛІВСЬКОГО ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО РОДОВИЩА НА ПРЕДМЕТ УПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ БУРІННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ БІОПОЛІМЕРНИХ БУРОВИХ РОЗЧИНІВ

3.1 Геолого-промислова характеристика родовища

3.2 Аналіз стану розробки родовища

3.3 Гірничо-геологічні умови буріння свердловин

3.4 Рекомендації щодо бурових розчинів

Висновки до розділу 3

## РОЗДІЛ 4 УПРОВАДЖЕННЯ БІОПОЛІМЕРНИХ СИСТЕМ ПРИ БУРІННІ СВЕРДЛОВИН НА КОПИЛІВСЬКОМУ РОДОВИЩІ

4.1 Дослідження впливу біополімерної системи Біокар-МТ на відновлення проникності кернів

4.2 Застосування біополімерної системи Біокар при розкритті нестійких зон у свердловинах з теригенними відкладами

4.3 Використання біополімерної системи Біокар при розкритті зон з аномальними умовами буріння

4.4 Використання біополімерної системи Біокар-МТ для розкриття продуктивних горизонтів Копилівського родовища

Висновки до розділу 4

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

## АНОТАЦІЯ

Робота присвячена впливу буріння свердловин на колекторські властивості теригенного пласта-колектора. Забруднення привибійної зони пласта при первинному та вторинному розкритті та пов'язане з ним погіршення природних колекторських властивостей може призвести до значної втрати продуктивності свердловини. Для запобігання втрати продуктивності рекомендуються до впровадження біополімерні бурові розчини, які здатні при бурінні запобігати погіршенню проникності гірських порід.

У роботі проведені лабораторні дослідження властивостей біополімерних бурових розчинів, надано рекомендації по вдосконаленню властивостей розчинів за допомогою мінеральних солей. Надано рекомендації з первинного розкриття продуктивних горизонтів Копилівського газоконденсатного родовища за допомогою біополімерних бурових розчинів.

## ANNOTATION

The study is dedicated to the impact of drilling on the reservoir properties of the terrigenous reservoir. Contamination of the near-wellbore zone during primary and secondary completions, and the associated deterioration of natural reservoir properties, can lead to significant well productivity loss. To prevent such losses, the implementation of biopolymer drilling fluids is recommended, as they are capable of preventing permeability impairment in rock formations during drilling.

Laboratory studies on the properties of biopolymer drilling fluids have been conducted in this work, along with recommendations for improving the properties of the fluids using mineral salts. Recommendations are provided for the primary completion of productive horizons in the Kopyliv gas-condensate field using biopolymer drilling fluids.

## ВСТУП

**Актуальність роботи.** Перешкодами для реалізації потенціалу внутрішнього ринку вуглеводнів є виснаження родовищ (на 65-70%), що викликає стрімке падіння видобутку та важкодоступність (середня глибина залягання покладів перевищує 3500 м), а також розпорошеність через велику кількість дрібних родовищ - 89% родовищ не перевищують 5 млрд м<sup>3</sup>. При цьому для забезпечення сталого розвитку нафтогазового сектору щорічний приріст сировинної бази повинен бути в 2-3 рази більший за рівень видобутку.

Сучасна концепція розвитку газовидобувної галузі передбачає, що видобуток газу в Україні до 2030 року має досягти 27 млрд м<sup>3</sup>, а приріст запасів - 33,8 млрд м<sup>3</sup>.

Важливу роль у забезпеченні зростання обсягів буріння та видобутку вуглеводнів відіграють бурові розчини. Забруднення привибійної зони пласта при первинному чи вторинному розкритті та пов'язане з цим погіршення природних колекторських властивостей може призвести до значущої втрати продуктивності свердловини, а мінімізація такого забруднення може дозволити отримати промислову продукцію з покладів, видобуток з яких, ще нещодавно, був неможливим з технічних чи економічних причин.

Отже, перспективи дальшого застосування систем біополімерних безглинистих бурових розчинів у бурінні глибоких свердловин на родовищах України тісно пов'язані із необхідністю вивчення реологічних і фільтраційних властивостей в умовах високого тиску і температур. Це також передбачає розробку і практичне відпрацювання технології їх цільового регулювання.

**Мета і задачі дослідження.** Метою дослідження є підвищення ефективності застосування біополімерних бурових розчинів для буріння глибоких свердловин у теригенних відкладах.

### *Задачі досліджень:*

1. Аналіз рецептури біополімерного бурового розчину Біокар.
2. Аналіз технологічних властивостей біополімерного безглинистого бурового розчину Біокар в умовах теригенних відкладів.

3. Аналіз Копилівського родовища на предмет упровадження технології буріння свердловин із використанням біополімерного безглинистого бурового розчину Біокар.

4. Упровадження рецептури біополімерного бурового розчину Біокар при розкритті продуктивних горизонтів Копилівського ГКР.

**Об'єктом дослідження** є процеси буріння глибоких свердловин у теригенних гірських породах.

**Предмет дослідження** – удосконалення технологічних властивостей систем біополімерних бурових розчинів при первинному розкритті теригенних відкладів.

**Методи дослідження.** Технологічні властивості бурових розчинів вивчали стандартними методами контролю. Реологічні властивості із урахуванням температурних умов досліджували лабораторними методами.

#### **Наукова новизна одержаних результатів**

Виходячи з результатів досліджень фільтраційних властивостей біополімерних безглинистих бурових розчинів в умовах буріння теригенних відкладів виявлено синергетичну дію інгібуючих властивостей хлориду калію при його суміщенні з хлоридом натрію. Інгібуюча дія полівалентних солей при концентраціях більше 25 – 30 % перевищує ефект від застосування хлориду калію.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає у вдосконаленні процесів буріння первинного розкриття теригенних відкладів башкирського ярусу середнього карбону Копилівського родовища за допомогою системи Біокар.

**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 складається із вступу, чотирьох розділів, висновків та списку використаних джерел. Робота містить \_\_\_ сторінок основного тексту, \_\_\_ рисунків та \_\_\_ таблиць.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської роботи було вирішено такі задачі:

1. Проведено аналіз використання біополімерних тиксотропних бурових розчинів без глини – це передові системи, що виникли на основі довгих досліджень в галузі хімії промивальних рідин. Переважно вони базуються на біополімерному компоненті – ксантановій камеді, яка у поєднанні з полісахаридними стабілізаторами створює тиксотропні безглинисті системи з високим рівнем псевдопластичності.

2. За результатами проведених лабораторних і промислових експериментів були ретельно обґрунтовані базові склади біополімерних безглинистих бурових розчинів. Система "Біокар" з густиною 1090 – 1180 кг/м<sup>3</sup> призначена для свердловин глибиною до 3000 м при температурах до 110 – 120 °С, а мінералізована система "Біокар" з густиною 1180 – 1490 кг/м<sup>3</sup> – для свердловин глибиною до 4500 – 5500 м при температурах до 120 – 140 °С.

3. Особливості використання поширених в практиці буріння водорозчинних солей (хлоридів калію, натрію і кальцію, нітрату кальцію) на властивості біополімерної системи "Біокар" були проаналізовані. Встановлено межі їх застосування в термобаричних умовах свердловини, а для системи "Біокар" визначено мінімальну концентрацію хлориду натрію (15%), при якій виявлено відсутність ознак ферментативного розкладання системи протягом трьох місяців.

4. Відповідно до аналізу проекту розробки на Копилівському ГКР рекомендовано експлуатаційне буріння свердловини №105 за допомогою біополімерного бурового розчину Біокар.

5. Досліджено вплив біополімерної системи Біокар-МТ на проникність зразків керна різних формацій (в тому числі і зі свердловини №34 Копилівського ГКР). Виявлено мінімальне забруднення глинистих зразків керна з коефіцієнтом відновлення проникності в межах 0,874 – 0,962, що підтверджує ефективність системи у забезпеченні чистоти та відновленні проникності.

6. Відповідно до лабораторних досліджень та промислових результатів випробування на інших свердловинах, використання системи Біокар-МТ при розкритті продуктивних пластів Б-8-9 у свердловині №105 Копилівського ГКР

забезпечує збереження їх фільтраційних характеристик. При цьому, завдяки високим колюматуючим властивостям реагенту Алеврон, вдається запобігати забрудненню пластів навіть при критичних для полісахаридних полімерів температурах.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бейзик О.С. Підвищення якості розкриття продуктивних горизонтів на родовищах Прикарпаття: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.15.06 «Розробка нафтових та газових родовищ» / О.С. Бейзик. – Івано-Франківськ, 2011. – 17 с.
2. БЮКАР – безглиниста промивальна рідина для буріння похило-скерованих і горизонтальних свердловин та розкриття продуктивних горизонтів / [Ю.В. Лубан, Я.В. Кунцяк, С.В. Лубан та ін.] // Нафтова і газова промисловість. – 2008. – № 4. – С. 18 – 21.
3. Богославець В.В. Вибір оптимальних рецептур бурових розчинів для розкриття нафтових пластів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.15.10 «Буріння свердловин» / В.В. Богославець. – Івано-Франківськ, 2014. – 19 с.
4. Буферна рідина для цементування обсадних колон / [Розенгафт А.Г., Лубан Ю.В., Харів І.Ю. та ін.] // Нафтова і газова промисловість. – 2002. – № 4. – С. 31, 32.
5. Васильченко А.О. Методологія оцінки впливу окремих реагентів та їх сумішей на відновлення проникності порід-колекторів / А.О. Васильченко // Нафтова і газова промисловість. – 2007. – № 4. – С. 18 – 19.
6. Васильченко А.О. Результати порівняльних випробувань зарубіжного та вітчизняного безглинистих біополімерних бурових розчинів / А.О. Васильченко // Нафтова і газова промисловість. – 2010. – № 5. – С. 16 – 18. До питання оцінки інгібіруючих властивостей промивальних рідин / [А.Г.
7. Застосування безглинистих промивальних рідин в умовах високих пластових тисків і температур / [Ю.В. Лубан, С.В. Лубан, В.В. Дудзич та ін.] // Нафтогазова галузь України. – 2013. – № 2. – С. 18 – 22.
8. Іванків О.О. Розробка та впровадження рідин глушіння на основі крохмально-сольових гелів для капітального ремонту свердловин / О.О. Іванків, І.Г. Зезекало, В.П. Троцький // Нафта і газ України: матеріали 6-ої Міжнародної наук.-практ. конф. [«Нафта і газ України-2000»], (31 жовтня – 3 листопада): зб. наук. праць – Івано-Франківськ: ІФДТУНГ, 2000. – Т. 2. – С. 259 – 260.

9. 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.
10. Карп І.М., Єгер Д.О. Зарубін Ю.О. та інш. Стан і перспективи розвитку нафтогазового комплексу України. - Київ: „Наукова думка”, 2006. - 309с.
11. Єгер Д.О. Упорядковане використання методів дії на привибійну зону пластів у процесах нафтогазовидобутку. - Київ: Техніка, 2003. - 162 с.
12. Меркур'єв А.Б., Рудий М.І., Цьомко В.В., Качмар Ю.Д. Нарощування ресурсної бази вуглеводнів шляхом кислотної дії на продуктивний пласт // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. - 2007. - № 3(24). - С.9-14.
13. 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.
14. Єгер Д.О. Підвищення ефективності направлених методів інтенсифікації видобутку нафти і газу. - Львів: Ліга-прес, 2003. - 160 с.
15. Єгер Д.О., Рибчич І.Й. Вплив стану фільтраційної характеристики привибійної зони багат шарових пластів на ефективність розробки нафтових і газових родовищ. - Львів: Ліга-прес, 2003.- 1 16 с.
16. СОУ 11.1-00135390-015:2005 Свердловини на нафту і газ. Кислотна обробка / Рудий М.І., Рудий С.М. - Введено 01.04.06. - Івано-Франківськ, 2006. - 254 с.
17. Рудий М.І., Вантух М.П., Костецький В.В., Барабаш В.В. Вивчення можливості застосування НТФК для оброблення продуктивних пластів // Науковий вісник ІФНТУНіГ. - 2007. - № 2 (16).-С. 57 -62.
18. Рудий М.І., Вантух М.П. Вдосконалення технології кислотної дії на пласт високотемпературних свердловин // Збірник наукових праць наук.-практ. конф. „Стан і перспективи розробки родовищ нафти і газу України”, 18 - 21 листопада 2003 року. - Івано-Франківськ, 2003. - С. 239-240.
19. Патент № 72332 Україна, МКВ Е21В 43/27. Спосіб кислотної обробки високотемпературних свердловин /ВАТ „Укрнафта”: Веклюк О.И.,

- Рудий М.І., Барабаш В.В. та інші. -№20021210386. - Заявл. 20.12.2002; Опубл. 15.02.2005, Бюл. № 2. Тосунов Э.М. Повышение качества вскрытия продуктивных пластов // Нефтяное хозяйство — 1990.- № 3. - С. 16-18.
20. Кондрата Р.М. Довідник з нафтогазової справи / За загальною редакцією докторів технічних наук Р.М.Кондрата, В.С.Бойка, Р.С.Яремійчука – К.:Львів, 1996 рік.
21. Кочмар Ю.Д. Інтенсифікація припливу нафтогазової продукції до свердловин/ Ю.Д. Кочмар; К.: Львів, 2005р. – ч.2 – 371с.
22. Горський В.Ф. Полегшений тампонажний цемент ПЦТП 22 – 100 / В.Ф.Горський, Ю.Ф. Шевчук, Д.О. Єгер та ін. // Нафтова і газова промисловість. - 1996. № 2.- С. 41 – 43.
23. Прогноз глибини і ступеня пошкодження привибійної зони пласта за даними технології його розкриття : матеріали 6-ої Міжнародної науково-практичної конференції “Нафта і газ України / В.О. Федішин, М.І. Зозуляк, М.В. Рега - 2000”.- Т 2. -м. Івано-Франківськ. -С. 106 – 107.
24. 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.
25. Єгер Д.О. Досвід буріння свердловин з використанням доліт компанії “Х’юз Крістенсен” на родовищах ВАТ “Укрнафта” / Д.О. Єгер, М.Є. Тачинський, М.В. Каралаш, та ін. // Нафтова і газова промисловість – 1997.- № 6. - С. 20 – 26.
26. 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.
27. 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.
28. Гошовський С.В. Проблема нарощування видобутку вуглеводнів в Україні / С.В. Гошовський // Нафтова і газова промисловість. – 1998. - №6. - С. 25-26.

29. Шевченко І.М. Розвиток концепції “низькопористий колектор” в контексті розгляду його фізико-хімічних властивостей / І.М. Шевченко // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. - Івано-Франківськ. - 1999. - Вип. 36. - С. 208-213.
30. Дорошенко В.М. Фізико-хімічні основи використання солевого відсіву виробництва магнею для технологічних дій у свердловинах /В.М. Дорошенко // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. - Івано-Франківськ. - 1994. - Вип. 31. - С. 68-71.
31. Шевченко І.М. Властивості граничного шару низькопористого колектора і його вплив на вибір методу інтенсифікації припливу / І.М. Шевченко // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. - Івано-Франківськ. - 1997. - Вип. 34. - С. 203- 206.
32. Пат. 84206 Україна, МПК F04В 47/02 (2006.01). Глибинний штанговий насос [Текст] / Я.Д. Климишин, А.В. Угриновський, Н.С. Дячук, І.І. Штиглян; заявник і патентовласник Климишин Я.Д., Угриновський А.В., Дячук Н.С., Штиглян І.І. – №а2006 12161; заявл. 20.11.2006; опуб. 25.09.2008, Бюл. №18.
33. Пат. 84765 Україна, МПК (2006) В01F 11/00, Е21В 43/00. Диспергуючий пристрій [Текст] / А.В. Угриновський, Я.Д. Климишин, Н.С. Дячук, І.І. Штиглян; заявник і патентовласник Угриновський А.В., Климишин Я.Д., Дячук Н.С., Штиглян І.І. – №а200612931; заявл. 07.12.2006; опуб. 25.11.2008, Бюл. №22.
34. Угриновський А.В. Класифікація плунжерів та особливості їх вибору для установки плунжерного піднімача / А.В. Угриновський, Л.Б. Мороз, І.В. Криський // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2011. – №4(41). – С. 13-20.
35. Пат. 20548А Україна, МКВ Е21В 43/27. Спосіб хімічної обробки пластів / Підприємство „Долина нафтогаз” ВАТ „Укрнафта”: Петриняк В.А., Рудий М.І., Касянчук В.Г. та інші. – № 96114237; заявл. 18.11.96; опубл. 15.07.97, Бюл. № 3.
36. Kalfayan, L. (2008) Production Enhancement with Acid Stimulation. 2nd edn. Tulsa, Oklahoma: PennWell Corporation.

37. McLeod, H. Q. (2007) 'Matrix Acidizing', in Lake, L. W. and Clegg, J. D. Petroleum Engineering Handbook: Production Operations Engineering. Richardson, TX, USA: Society of Petroleum Engineers, pp.275-321.
38. Microbial Formation Damage (2012) available at: [http://www.corex.co.uk/microbial\\_formationdamage.php](http://www.corex.co.uk/microbial_formationdamage.php) (Accessed: 05 March 2018)