Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U000018

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 03-01-2025

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Жолоб Назар Романович
2. Nazar Zholob

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0001-8247-5277

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 185

Назва наукової спеціальності: Нафтогазова інженерія та технології

Галузь / галузі знань: виробництво та технології

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Нафтогазова інженерія та технології

Дата захисту: 18-02-2025

Спеціальність за освітою: Буріння свердловин

Місце роботи здобувача: Товариство з обмеженою відповідальністю «Геосинтез Інженірінг»

Код за ЄДРПОУ: 34962841

Місцезнаходження: вул. Дружби, д. 10, Полтава, Полтавський р-н., 36009, Україна

Форма власності: Приватна/недержавна

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Галузевий

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 7550

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, буд. 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, буд. 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 52.47.15.15

Тема дисертації:

1. Біополімерна система для буріння свердловин в умовах високих пластових тисків і температур
2. Biopolymer system for well drilling under conditions of high reservoir pressures and temperatures

Реферат:

1. В дисертаційній роботі на основі аналізу залежності інтегрального показника □ реологічних властивостей від температури T обґрунтовано методику оцінки температури T□ початку руйнування впорядкованої структури як критерію термічної стійкості біополімерних систем на основі камеді ксантана, яка визначається за характерною особливістю кривої □(T) зміни інтегрального показника від температури. Вивчено термічну стійкість найбільш поширених біополімерних реагентів в середовищі одновалентних солей. Встановлено, що серед досліджуваних біополімерів найвищий рівень термічної стійкості забезпечує камедь ксантана в середовищі розчинів форміатних солей. Залежно від ступеня мінералізації її термостійкість може

перевищувати 200 °C. Доведено, що в результаті взаємодії форміатних солей і камеді ксантана відбувається утворення та перерозподіл водневих зв'язків між сіллю і біополімером, а також утворення полімерних асоціатів та нових видів зв'язку – міжмолекулярних і внутрішньо-молекулярних, які сприяють підвищенню термічної стійкості і реологічних властивостей камеді ксантана. Встановлено, що при спільному застосуванні форміату калію і натрію спостерігається синергетичне підвищення термостійкості камеді ксантана. Досліджено вплив солей мурашиної кислоти на термостійкість реагентів-стабілізаторів на основі крохмалю та ефірів целюлози. Показано, що карбоксиметилкрохмаль у найбільшій мірі відповідає вимогам до високотемпературного реагента-стабілізатора біополімерних систем на основі форміатів калію та натрію і може застосовуватися до температури 175 °C. На підставі досліджень розроблено рецептуру біополімерної системи Біокар-ТФ для буріння свердловин в умовах високих пластових тисків і температур, яка ґрунтується на здатності високорозчинних форміатних солей підвищувати термічну стійкість полісахаридних реагентів і забезпечувати густину промивальної рідини на рівні 1700 кг/м³. Визначено, що при спільному застосуванні форміатів калію та натрію відбувається синергетичне підсилення спільної інгібуючої дії іонів K□ та Na□. Доказано, що температура не послаблює інгібуючу дію солей-інгібіторів на глинисті породи. Показано, що аніони органічних солей вагомо переважають неорганічні аніони за впливом на стійкість глинистих порід. Це значно підвищує їх роль в процесах інгібування та забезпечує переваги органічних солей над традиційними неорганічними інгібіторами. Встановлено, що за впливом на глинисті породи біополімерні системи на основі форміатів калію і натрію близькі до систем на вуглеводневій основі і можуть використовуватися у складних гірничогеологічних умовах. Показано, що форміати натрію і калію забезпечують низькі трибометричні властивості біополімерної системи Біокар-ТФ, які наближаються до рівня систем на вуглеводневій основі без застосування спеціальних мастильних добавок. Досліджено реологічні і структурно-механічні властивості біополімерної системи Біокар-ТФ залежно від концентрацій ксантанової камеді, крохмалю та форміату калію при температурах 25 – 170 °C, а також фільтраційні властивості і проникність сформованої фільтраційної кірки залежно від концентрацій реагентів, зміни температур, перепаду тиску та проникності керамічного фільтра. На основі досліджень побудовано регресійні залежності в класі поліноміальних моделей другого порядку для показників реологічних, структурно-механічних і фільтраційних властивостей, які є інформаційним забезпеченням задачі вибору оптимальної рецептури системи Біокар-ТФ для конкретних гірничогеологічних умов буріння свердловини. Проведено промислові випробування біополімерної системи Біокар-ТФ на свердловинах 43 Семиренківського ГКР і 11 Олефірівського блоку Семиренківського ГКР, якими підтверджено високу термічну стійкість системи та достовірність її визначення за методикою, розробленою в дисертаційній роботі. Встановлено тривалу стабільність технологічних параметрів, інгібуючу дію на глинисті породи та високу якість розкриття продуктивних горизонтів в умовах температур до 170 °C. Дослідженнями на кернах встановлено, що біополімерна система Біокар-ТФ забезпечує мінімальне забруднення пластів, ефективне використання кислотних обробок і за якістю первинного розкриття є екологічною альтернативою промивальним системам на вуглеводневій основі. Показано, що біополімерна система Біокар-ТФ володіє високою стійкістю до ферментативного розкладання та стабільністю технологічних властивостей при її тривалому зберіганні для повторного використання на наступних свердловинах.

2. In this dissertation, based on the analysis of the dependence of the integral index □ of the rheological properties on the temperature T, the methodology for estimating the destruction onset temperature of the ordered polymer structure T□ as a criterion for the thermal stability of biopolymer systems based on xanthan gum, which is determined by the characteristic feature of the curve □(T) of the change of the integral index on the temperature, was substantiated. The thermal stability of the most common biopolymer agents in the environment of monovalent salts was investigated. It was found that among the studied biopolymers, the highest level of thermal stability is provided by xanthan gum in the environment of formate salts. Depending on the mineralization, its thermal stability can exceed 200 °C. It was proved that the interaction of formate salts and xanthan gum results in the formation and redistribution of hydrogen bonds between the salt and the biopolymer, as well as the formation of new types of bonds – intermolecular and intramolecular, and polymeric associates, which contribute to the

increase in thermal stability and rheological properties of xanthan gum. It was established that the combined use of potassium and sodium formate results in a synergistic increase in the thermal stability of xanthan gum. The effect of formic acid salts on the thermal stability of stabilizing agents based on starch and cellulose esters was studied. It was shown that carboxymethyl starch meets the requirements for a high-temperature stabilizer agent for drilling muds based on potassium and sodium formate to the greatest extent and can be used up to a temperature of 175 °C. Based on the conducted research, a formulation of the Biocar-TF biopolymer system for drilling wells under high formation pressures and temperatures was developed. It is based on the ability of formate salts to increase the thermal stability of polysaccharide agents, and due to their high solubility, to obtain a mud density of 1700 kg/m³. It was determined that the combined use of potassium and sodium formates synergistically enhances the joint inhibitory effect of K□ and Na□ ions. It was proved that temperature does not weaken the inhibitory effect of salts on clay rocks. It was found that organic salt anions significantly outweigh inorganic anions in terms of their effect on the stability of clay rocks, which significantly increases their role in the inhibition processes and provides advantages of organic salts over traditional inorganic salt inhibitors. It was established that biopolymer systems based on potassium and sodium formate are similar to hydrocarbon-based drilling fluids in terms of their effect on clay rocks and can be used in the most difficult mining and geological conditions. It was established that sodium and potassium formates, especially their combined use, provide flushing systems with extremely low tribometric properties. It was shown that, potassium and sodium formate provide low tribometric properties of the Biocar-TF system, which are close to the level of oil-based systems without the use of special lubricant additives. Rheological properties and gel strengths of the Biocar-TF biopolymer system depending on the concentrations of xanthan gum, starch, and potassium formate at temperatures of 25 – 170 °C, as well as the filtration properties and permeability of the formed mud cake depending on the concentrations of agents, temperature changes, pressure drop, and permeability of the ceramic filter were studied. Based on the research, regression dependencies in the class of second-order polynomial models were constructed for rheological, gel strengths, and filtration properties, which provide information for the task of selecting the optimal formulation of the Biocar-TF system for specific mining and geological drilling conditions. Industrial tests of the Biocar-TF system at wells 43 of Semyrenkivske GCF and 11 of Olefirivske block of Semyrenkivske GCF were conducted. Tests confirmed the high thermal stability of the Biocar-TF system and the reliability of its determination using the methodology developed in this dissertation. Long-term stability of technological parameters, inhibitory effect on clay rocks and high quality of initial exposure of productive horizons under temperatures up to 170 °C were established. Studies on cores was established that the Biocar-TF biopolymer system ensures minimal formation damage, allows for effective acid stimulation of the formation and is an environmentally friendly alternative to oil-based muds weighted with barite in terms of the quality of initial exposure of productive horizons. The high resistance to enzymatic decomposition and stability of technological properties of the Biocar-TF biopolymer system during its long-term storage for further use in subsequent wells were shown.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Енергетика та енергоефективність

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Не застосовується

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- 1. Myslyuk M., Zholob N. Investigation of filtration properties of a formate- based mud system under high temperature conditions. Upstream oil and gas technology. 2021. Vol. 7. P. 100056.
- 2. Myslyuk M.A., Voloshyn Y.D., Zholob N.R. Assesment of rheological properties of drilling fluids based on rotational viscometry data. SOCAR proceedings special issue. 2023. No. 2. P. 041–053.
- 3. Myslyuk M.A., Zholob N.R. To the assessment of thermal stability of biopolymer systems. Journal of hydrocarbon power engineering. 2023. Vol. 10. No. 1. P. 1–7.

- 4. Zholob N., Luban Y., Luban S. Research of thermal stability of biopolymer systems weighted by formic acid salt. X międzynarodowa konferencja «Geopetrol 2016» : Prace naukowe Instytutu Nafty i Gazu Państwowego Instytutu Badawczego nr 209, Zakopane-Kościelisko, 19–22 September 2016. Kraków, 2016. P. 283–286.
- 5. Мислюк М.А., Жолоб Н.Р. Исследование реологических свойств биополимерной системы Биокар, утяжеленной водорастворимыми солями, в условиях аномально высоких температур. XI międzynarodowa konferencja «Geopetrol 2018» : materiały konferencyjne, Zakopane-Kościelisko, 17–20 September 2018. Kraków, 2018. P. 497–502.
- 6. Жолоб Н.Р., Ляшенко С.О., Лубан С.В., Лубан Ю.В. Інгібуючі властивості солей та сольових сумішей. Міжнародна конференція GeoDrilling II «Буріння і розкриття пластів – 2017» : Матеріали конференції, м. Полтава, 17 лютого 2017 р. Полтава. 2017. С. 63–67.
- 7. Ляшенко С.О., Жолоб Н.Р., Лубан С.В., Лубан Ю.В. Коррозионная активность растворов солей в условиях высоких температур и пути её уменьшения. Міжнародна конференція GeoDrilling II «Буріння і розкриття пластів – 2017» : Матеріали конференції, м. Полтава, 17 лютого 2017 р. Полтава. 2017. С. 90–92.
- 8. Лубан Ю.В., Лубан С.В., Жолоб Н.Р., Онищенко В.П., Король Н.О. Високомінералізовані біополімерні бурові розчини, як альтернатива застосуванню обважнених РВО. Міжнародна конференція GeoDrilling III «Буріння і розкриття пластів – 2019» : Матеріали конференції, м. Полтава, 17–19 квітня 2019 р. Полтава. 2020. С. 91–94.
- 9. Жолоб Н.Р., Лубан С.В., Король Н.О., Лубан Ю.В. Дослідження взаємодії фільтратів бурових і цементних розчинів та мінімізація її негативних наслідків. Нафтогазова енергетика 2015 : матеріали 4-ої міжнародної науково-технічної конференції., м. Івано-Франківськ, 21–24 квітня 2015 р. Івано-Франківськ, 2015. С. 172–179.
- 10. Лубан С.В., Король Н.О., Жолоб Н.Р. До питання взаємодії фільтратів бурових і цементних розчинів у поровому середовищі пластів-колекторів. Нафтогазова освіта та наука: стан та перспективи : матеріали Міжнар. наук.-техн. конф., присвяч. 70-річчю газонафтопром. фак., м. Івано-Франківськ, 10–12 грудня 2014 р. Івано-Франківськ, 2015. С. 230–233.
- 11. Безглинистий буровий розчин: пат. 124224 Україна: C09K 8/08 (2006.01). No a202004871 / Н.Р. Жолоб, Ю.В. Лубан, С.В. Лубан, І.І. Полетучій; заявл. 30.07.2020; опубл. 04.08.2021, Бюл. No 31.

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Мислюк Михайло Андрійович

2. Mykhaylo Myslyuk

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.15.10

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0003-3952-1316

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, буд. 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Світлицький Віктор Михайлович
2. Viktor Svitlytskyi

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.15.06

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0003-4778-0414

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Одеський національний технологічний університет

Код за ЄДРПОУ: 02071062

Місцезнаходження: вул. Канатна, буд. 112, Одеса, 65039, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Коровяка Євгеній Анатолійович
2. Yevhenii Koroviaka

Кваліфікація: к. т. н., доцент, 05.15.02

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-2675-6610

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет "Дніпровська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02070743

Місцезнаходження: проспект Дмитра Яворницького, буд. 19, Дніпро, Дніпровський р-н., 49005, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Богославець Володимир Васильович
2. Volodymyr Bohoslavets

Кваліфікація: к. т. н., доцент, 05.15.10

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0001-9622-4065

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, буд. 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Фем’як Ярослав Михайлович
2. Yaroslav Femiak

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.15.10

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0003-4445-6731

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Код за ЄДРПОУ: 02070855

Місцезнаходження: вул. Карпатська, буд. 15, Івано-Франківськ, 76019, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Кондрат Олександр Романович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Кондрат Олександр Романович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Жолоб Назар Романович
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна