

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ**

Коцкулич Євген Ярославович

УДК 622.244.442

**РОЗРОБЛЕННЯ МАЛОГЛИНИСТОЇ ЕМУЛЬСІЙНОЇ
ПРОМИВАЛЬНОЇ РІДИНИ ДЛЯ РОЗКРИТТЯ
ПРОДУКТИВНИХ ПЛАСТІВ
(НА ПРИКЛАДІ РОДОВИЩ БОРИСЛАВСЬКОГО
НАФТОПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ)**

05.15.10 – Буріння свердловин

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Івано-Франківськ – 2016

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент
Тершак Богдан Андрійович,
Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу,
доцент кафедри буріння нафтових і
газових свердловин

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, доцент
Кунцяк Ярослав Васильович,
ПрАТ "Науково-дослідне і
конструкторське бюро бурового
інструменту", м. Київ,
генеральний директор

кандидат технічних наук,
Камишацький Олександр Федорович,
Державний ВНЗ "Національний
гірничий університет", м. Дніпро,
доцент кафедри техніки розвідки
родовищ корисних копалин

Захист відбудеться " " грудня 2016 р. о годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 20.052.02 при Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу за адресою: 76019, Україна, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15.

З дисертацією можна ознайомитись у науково-технічній бібліотеці Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу за адресою: 76019, Україна, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15.

Автореферат розісланий " " листопада 2016 р.

Учений секретар спеціалізованої вченої ради,
кандидат технічних наук, доцент

І.М. Ковбасюк

Актуальність теми. Україна належить до енергодефіцитних країн, що задовольняє свої паливно-енергетичні потреби за рахунок власних ресурсів менше, ніж на 50 %. Тому досягнення максимально можливого рівня забезпеченості цими ресурсами є одним із пріоритетних завдань нашої країни, без вирішення якого неможлива стабільність економічного та соціального розвитку суспільства, збереження енергетичної безпеки і державної незалежності.

Характерною особливістю нафтових і газових родовищ Карпатського нафтопромислового району, зокрема Бориславського нафтопромислового району (БНПР), здебільшого географічно розташованих у рекреаційних зонах, є значна виснаженість та виробленість основних запасів вуглеводнів. Подальше буріння в регіоні можливе лише за умови розроблення і застосування методів і засобів, які відповідають вимогам сьогодення. Особливо важлива роль тут належить буровим промивальним і технологічним рідинам, здатним забезпечити високу якість розкриття пластів та екологічну безпеку виконання бурових робіт, тому розроблення нових типів промивальних рідин, що забезпечують високу якість розкриття пластів та екологічну безпеку виконання бурових робіт, є актуальною проблемою.

Значний внесок у вивчення проблеми та розроблення нових типів і рецептур промивальних рідин для первинного розкриття продуктивних пластів зробили вітчизняні і зарубіжні вчені, серед яких Аветисов А.Г., Ангелопуло О.К., Андрусак А.М., Бейзик О.С., Бойко В.С., Булатов А.І., Васильченко А.О., Городнов В.Д., Дорошенко В.М., Зарубін Ю.О., Жуховицький С.Ю., Капітонов В.О., Кістер А.Г., Кондрат Р.М., Кошелєв В.Н., Крецул В.В., Крилов В.І., Круглицький М.М., Кунцяк Я.В., Лубан Ю.В., Мірзаджанзаде Н.Х., Мітельман Б.І., Мислюк М.А., Оринчак М.І., Пеньков А.І., Рябоконь С.О., Рязанов Я.А., Тершак Б.А., Яремійчук Р.С., Грей Дж.Р., Дарлі Г.С.Г., Роджерс В.Ф. та інші.

Для первинного розкриття продуктивних пластів у вітчизняній та зарубіжній практиці з різним успіхом здебільшого застосовують безглинисті полімерні, інгібуючі, соленасичені та емульсійні бурові промивальні рідини.

Застосування типових соленасичених та інгібованих промивальних рідин в умовах родовищ БНПР, як правило, призводить до порушення цілісності стінок свердловин, набухання материнських глин, які входять до літологічного складу гірських порід, та суттєвого зниження проникності продуктивних горизонтів. За даними аналізу, коефіцієнт відновлення проникності керна не перевищує 0,6 – 0,7.

Безглинисті полімерні рідини володіють низькими показниками фільтрації, однак у цих системах для пониження показника фільтрації застосовуються і хімічні реагенти на основі акрилових полімерів і водорозчинних ефірів целюлози (Finnrol, Finnfix, Celnol, Tylose, POLYPAC тощо) та дорогих імпортованих біополімерів-структуроутворювачів ксантанового типу (дуовіз, фловіз, біокар, біокар-компаунд тощо), схильних до бактерицидної деструкції, що обмежує їх застосування в рекреаційних зонах.

Високого коефіцієнта відновлення проникності керна (0,95 – 1,0) досягнуто на родовищах БНПР при розкритті пластів з використанням емульсійних промивальних рідин. Однак, враховуючи те, що частина нафтових родовищ БНПР розташована в рекреаційних зонах та зонах транскордонного співробітництва, в яких державним законодавством заборонено застосування при спорудженні

свердловин нафтових вуглеводнів, можливість використання таких систем обмежена.

Подальший розвиток бурових робіт у рекреаційних зонах можливий лише за умови розроблення сучасних систем бурових промивальних рідин (БПР), які відповідають особливостям застосування.

Зокрема, складність гірничо-геологічних умов нафтогазових родовищ Бориславського НПП та особливості їх географічного розташування потребують розроблення високоякісних та екологічно-безпечних промивальних рідин для первинного розкриття продуктивних пластів, що й робить актуальною проблему дослідження.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами.

Дисертаційна робота відповідає науковому напрямку Науково-дослідного і проектного інституту (НДПІ) ПАТ "Укрнафта" і є складовою частиною наукових досліджень, виконаних за наряд-замовленнями № 831812 "Розроблення нових систем промивальних рідин з використанням сучасних реагентів для первинного розкриття і закінчування свердловин на родовищах ПАТ "Укрнафта" та № 101832 "Аналіз світового досвіду закінчування свердловин бурінням та розробка нових систем промивальних рідин з адаптацією до умов буріння і закінчування свердловин на родовищах Дніпрово-Донецької западини (ДДз) та Прикарпаття".

Мета і задачі дослідження.

Мета роботи – розроблення бурових промивальних рідин, здатних забезпечити якісне первинне розкриття продуктивних пластів під час спорудження свердловин у складних гірничо-геологічних умовах на родовищах Бориславського НПП і родовищах, розташованих у рекреаційних зонах.

Досягненню мети сприяло вирішення таких основних задач дослідження:

1. Виконати аналіз ефективності застосування бурових промивальних рідин під час первинного розкриття продуктивних пластів на родовищах Бориславського НПП.
2. Дослідити інгібуючу дію дисперсійного середовища промивальних рідин із спільним використанням неорганічних і органічних інгібіторів.
3. Розробити рецептуру малоглинистої емульсійної промивальної рідини з підвищеними інгібуючими властивостями і екологічною безпечністю щодо впливу на довкілля.
4. Виконати промислово-дослідні випробування розроблених рецептур промивальних рідин під час спорудження свердловин на родовищах Бориславського НПП та родовищах з аналогічними умовами застосування.

Об'єктом досліджень є бурові промивальні рідини та реагенти-модифікатори технологічних і спеціальних властивостей.

Предмет дослідження є основні технологічні властивості промивальної рідини та вплив реагентів-модифікаторів на ці властивості.

Методи дослідження. Компонентний склад та рецептуру малоглинистої емульсійної промивальної рідини обґрунтовано застосуванням сучасних аналітичних та експериментальних методів дослідження з використанням новітніх методик, приладів і екологічно безпечних матеріалів.

Наукова новизна одержаних результатів.

1. Одержали подальший розвиток дослідження спільного застосування неорганічних і органічних інгібіторів у складі малоглинистих емульсійних промивальних рідин.

2. Вперше розроблено бурову промивальну рідину, яка відповідає вимогам якісного розкриття продуктивних пластів та екологічної безпеки буріння свердловин на родовищах, розташованих у рекреаційних зонах.

3. Вперше доказано ефективність застосування в складі бурової промивальної рідини компонентів на основі вуглеводнів рослинного походження.

Практичне значення одержаних результатів.

1. Розроблено рецептуру, технологію приготування та застосування малоглинистої емульсійної промивальної рідини, використання якої забезпечило якісне розкриття продуктивних пластів та одержання значного технологічного ефекту в умовах родовищ Бориславського НПП та Східно-Решетняківського родовища ПАТ "Укрнафта".

2. Вперше підтверджено можливість ефективного застосування малоглинистої емульсійної промивальної рідини під час відновлення свердловини 318 Долинського родовища ПАТ "Укрнафта" бурінням другого стовбура.

3. Розроблено та успішно апробовано під час буріння другого стовбура свердловини 318 Долинського родовища екологічно безпечні хімічні реагенти рослинного походження – органоколоїд "Премікс О" та піногасник "Премікс D" як добавки до бурової промивальної рідини.

Особистий внесок здобувача.

Постановка задачі досліджень належить науковому керівнику к.т.н., доценту Тершаку Б.А. [7, 9]. Особисто автором проведено огляд літературних джерел та аналіз промислового матеріалу з первинного розкриття продуктивних пластів, проаналізовано гірничо-геологічну будову, літологічний склад порід-колекторів родовищ Бориславського НПП та типи промивальних рідин, що застосовуються для первинного розкриття продуктивних пластів [2, 3, 4, 8]. Проведено аналітичні та експериментальні дослідження властивостей подвійноінгібованих малоглинистих емульсійних промивальних рідин [5, 10], розроблено методикку і рекомендації з проведення промислових випробувань наукових розробок [1, 6, 11, 12]. Спільно з фахівцями ПАТ "Укрнафта" уточнено рецептури розроблених промивальних рідин для первинного розкриття продуктивних пластів та проведено промислові випробування розроблених систем на свердловині 83 Старо-Самбірського родовища, свердловині 301 Східно-Решетняківського родовища та під час буріння другого стовбура під експлуатаційну колону при відновленні свердловини 318 Долинського родовища.

Апробація результатів дисертації. Основні результати та положення дисертаційної роботи представлено на: Міжнародній науково-технічній конференції "Інноваційні технології буріння свердловин, видобування нафти і газу та підготовки фахівців для нафтогазової галузі" (м. Івано-Франківськ, 2012 р.); Міжнародній науково-технічній конференції "Нафтогазова енергетика – 2013" (м. Івано-Франківськ, 2013 р.); XVII і XVIII Міжнародних науково-технічних конференціях "Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника, технология

его изготовления и применения" (м. Трускавець, 2014 р. і 2015 р.), Міжнародній науково-технічній конференції "Нефть и газ Западной Сибири", присвяченій 55-річчю ТюмНГУ (м. Тюмень, 2011 р.), Міжнародній науково-технічній конференції "Нафтогазова освіта та наука: стан та перспективи", присвяченій 70-річчю газонафтопромислового факультету (м. Івано-Франківськ, 2014 р.).

У повному обсязі дисертаційну роботу представлено і обговорено на засіданні розширеного наукового семінару Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу "22" червня 2016 р.

Публікації. Основні положення та результати дисертаційної роботи опубліковано в 12 наукових працях, серед яких 7 статей у фахових наукових виданнях (у т.ч. 1 стаття, що індексується у базі даних Scopus), 4 тези доповідей у збірниках праць Міжнародних конференцій, 1 патент України на корисну модель.

Обсяг і структура дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, основної частини (п'ятьох розділів), висновків, 5 додатків, списку використаної літератури (120 найменувань). Матеріали дисертації викладено на 175 сторінках, містять 57 таблиць, 16 рисунків.

Автор дисертації висловлює щирю вдячність науковому керівнику кандидату технічних наук, доценту Тершаку Богдану Андрійовичу за постійну допомогу та увагу при виконанні роботи, а також начальнику групи технологічних рідин НДПІ ПАТ "Укрнафта" Андрусяку А.М., керівництву та інженерно-технічним працівникам Науково-дослідного і проектного інституту (НДПІ), Прикарпатського і Прилуцького управлінь бурових робіт ПАТ "Укрнафта" за сприяння, слухні поради, методичну і практичну допомогу під час виконання досліджень і проведення дослідно-промислових випробувань.

Основний зміст роботи

У **вступі** обґрунтовано актуальність обраної теми дисертаційної роботи, сформульовано методи, мета і задачі дослідження, відображено наукове та практичне значення отриманих результатів.

У **першому** розділі виконано аналіз відомих методів первинного розкриття продуктивних пластів при спорудженні свердловин на родовищах Бориславського нафтопромислового району та родовищ Дніпрово-Донецької западини, для яких характерні: складна геологічна будова, присутність різнонапірних покладів, аномально низьких пластових тисків та покладів, складених малопроникними, низькопористими породами. Гідростатичний та гідродинамічний тиск під час розкриття пластів, як правило, на 50 – 80 % перевищує пластовий, що створює передумови до зниження проникності порід-колекторів. У зв'язку зі складною геологічною будовою не застосовуються методи буріння на рівновазі тисків, а конструкції привибійної зони не повною мірою враховують характеристику продуктивних пластів, типу пластового флюїду, нафтонасиченості та умов подальшої експлуатації свердловин. Літологічна неоднорідність колекторів продуктивних горизонтів ускладнює досягнення якісного розкриття продуктивних пластів.

Територіально частина родовищ, насамперед Бориславського НПР, розташована в рекреаційних зонах, в яких діючими державними нормативними документами заборонено застосування екологічно небезпечних матеріалів і технологій, що ставить особливі вимоги до спорудження свердловин.

Незалежно від існуючих методів первинного розкриття продуктивних пластів визначальна роль у забезпеченні його якості належить буровим промивальним рідиною.

На основі аналізу стану первинного розкриття продуктивних пластів на родовищах Бориславського НПР виділено такі проблемні питання, як забезпечення обмеження гідратації глинистих мінералів розбурюваних порід та запобігання водяної емульсійної блокади порового простору, попередження кольматації порід-колекторів компонентами твердої фази колоїдної дисперсності та забезпечення дотримання вимог екологічної безпеки.

Встановлено, що величина коефіцієнта відновлення проникності порід-колекторів залежить, насамперед, від типу і властивостей промивальної рідини. Оскільки проникність порід-колекторів родовищ Бориславського НПР знаходиться в межах від $5 \cdot 10^{-3}$ до $20 \cdot 10^{-3}$ мкм² і для більшості з них не характерна тріщинність, то спричинювачем кольматації є саме фільтрат промивальної рідини. В цьому разі найбільшу увагу звертають на його фізико-хімічні характеристики.

Тому перспективним напрямом підвищення якості первинного розкриття продуктивних пластів з низькими пластовими тисками і вмістом глинистих мінералів є застосування високоінгібованих малоглинистих промивальних рідин (МЕПР) та промивальних рідин, до компонентного складу яких входить екологічно безпечна вуглеводнева фаза рослинного походження. Високий ступінь інгібування можна забезпечити шляхом спільного додавання до МЕПР неорганічних (КСІ, СаСІ₂) та органічних (асфасол, поліетиленгліколі) інгібіторів.

Другий розділ присвячено дослідженню механізму інгібування промивальних рідин. Інгібуючі властивості БПР зумовлюють її здатність до обмеження переходу вибуреної породи до складу твердої фази, а також здатність фільтрату промивальної рідини попереджувати набрякання схильних до гідратації компонентів порід, що формують поровий простір. Обмеження гідратації гірських порід значною мірою є заходом із забезпечення цілісності стінок свердловини. Внаслідок проникнення води у міжшаровий простір породи обмінні іони з відкритої поверхні пластинок глини дисоціюють, а самі глини набувають позитивного заряду. Диспергуючись у БПР, вони можуть адсорбувати як воду, так і хімреагенти, якими обробляються промивальні рідини, що призводить до суттєвого збільшення поверхні глинистих частинок і утворення неупорядкованих довільних структур, зростання структурно-реологічних властивостей БПР, кольматування пористого середовища тощо.

Для запобігання цьому здійснюють інгібування шляхом збільшення у їх складі вмісту солей-електролітів. Гідратації глини запобігають високою концентрацією одновалентних іонів або відносно меншою концентрацією полівалентних іонів. Тому, наприклад, іони калію чи амонію, маючи менші радіуси і гідратні оболонки порівняно з іншими, глибше проникають у тонкі пори.

Разом з тим, під час розбурювання пластичних порід пори для цих іонів недоступні, і навіть при збільшенні концентрації ефект їх дії послаблений.

Механізм дії неорганічних інгібіторів, до яких належать солі-електроліти (KCl, NaCl, CaCl₂ та інші), полягає в тому, що їх присутність забезпечує ущільнення гідратних шарів навколо твердих частинок у дисперсній системі та попереджує їх диспергування. Багаточисельні експериментальні дані вказують на існування на твердій поверхні граничних шарів рідини, що за товщиною і протяжністю значно перевищують товщину моношару води, на структурні відмінності води граничного шару і об'ємної води, на залежність протяжності і товщини граничних шарів від величини гідрофільності.

Міжшаровий і міжтріщинний простір порід є резервуаром, в якому акумулюється тиск у водних прошарках. Навіть у монолітних кристалічних породах проявляються горизонтальні напруження, які можуть у 10 – 20 разів перевищувати напруження від гірського тиску, створеного вищезалягаючими породами. Механізм виникнення таких надвисоких напружень має фізико-хімічну природу.

Додавання солей-інгібіторів гальмує процес зростання напружень, і динаміка цього процесу пов'язана з природою солей. У більшості відомих складів БПР як інгібітор використовують хлорид калію, механізм дії якого полягає в заміні іонів натрію (або кальцію) іонами натрію на породі. Слабогідратований іон калію вільно проникає в міжплощинний простір глинистих мінералів і зменшує вміст катіонів обмінного комплексу.

Виконаними дослідженнями встановлено, що інгібуюча дія KCl більш виражена за температури до 60 °C і тиску до 50 МПа, тоді як за вищих температур і тисків посилюється інгібуюча дія CaCl₂. Враховуючи склад пластових вод і фільтрату тампонажних систем, які використовуються для цементування свердловин, використання CaCl₂ за високих температур доцільніше, так як при цьому створюються сприятливі умови для кальцинування глин, зниження їх чутливості до гідратації і зволоження фільтратом БПР.

Адсорбційно активні органічні сполуки, зокрема органічні солі, мономолекулярні сполуки, до яких належать ПАР, здатні до часткової або повної гідрофобізації поверхні гірських порід. За присутності органічної (вуглеводневої) фази система набуває властивостей колоїдно-емульсійної рідини. Часткова адсорбція вуглеводнів спричиняє гідрофобізацію поверхні твердої фази і гальмує процес її диспергування. Ефективність інгібування посилюється, якщо одночасно проводити емульгування вуглеводневої фази, чому сприяють ПАР.

Як інгібітори органічного походження нами досліджено поліетиленгліколі (ПЕГ) вітчизняного виробництва, виробництво яких налагоджено на заводі тонкого органічного синтезу "Барва" (м. Івано-Франківськ), з молекулярною масою до 6000 вуглеводневих одиниць (в.о.), а саме ПЕГ-400, ПЕГ-1500, ПЕГ-2000, ПЕГ-4000 та ПЕГ-6000.

Дослідженнями встановлено, що перевагою ПЕГ-400 порівняно з іншими є низька кінематична в'язкість при 100 °C ($\nu = 5,8 \text{ мм}^2/\text{с}$), 100 % розчинність у воді при температурі 25 °C, порівняно низька вартість, тому були проведені дослідження сумісності ПЕГ-400 з неорганічними інгібіторами і впливу на властивості промивальних рідин.

Дослідження впливу солей-електролітів на властивості 2 % розчину ПЕГ-400 (табл.1) показали, що збільшення концентрації KCl та NH₄Cl в розчині ПЕГ-400

призводить до незначної зміни кінематичної в'язкості, а збільшення концентрації CaCl_2 від 0,1 % до 1,0 % практично не впливає на цей показник. Величина питомого опору в усіх досліджуваних розчинах при збільшенні вмісту солей зменшується майже в два рази, однак у разі додавання CaCl_2 вона в п'ять разів вища, ніж з KCl та NH_4Cl . Виявлено також особливість утворення асоціатів води у ПЕГ за присутності CaCl_2 і утворення міцних водневих зв'язків між молекулами і гідроксильними групами.

Таблиця 1 – Характеристики розчинів ПЕГ-400 з домішками різних солей

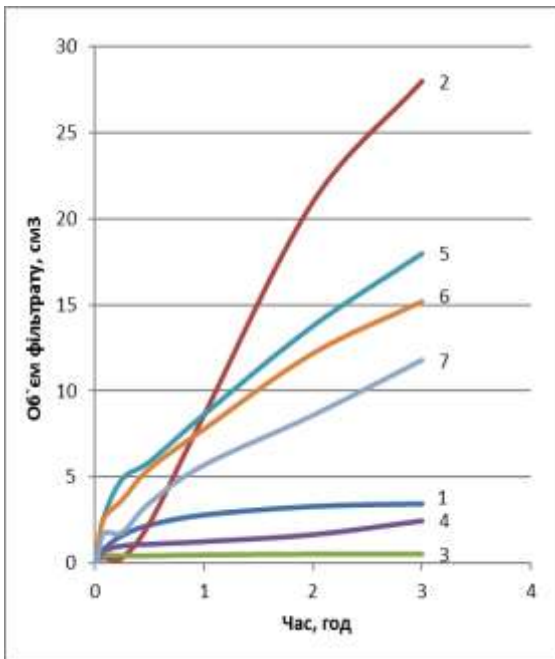
Склад розчину	ν , мм ² /с	ρ , ом·м
2 % ПЕГ-400 + 0,5 % KCl	1,10	2,38
2 % ПЕГ-400 + 1,0 % KCl	1,07	1,38
2 % ПЕГ-400 + 3,0 % KCl	1,02	0,82
2 % ПЕГ-400 + 5,0 % KCl	0,998	0,70
2 % ПЕГ-400 + 0,5 % NH_4Cl	1,11	1,0
2 % ПЕГ-400 + 1 % NH_4Cl	1,05	0,75
2 % ПЕГ-400 + 3 % NH_4Cl	1,02	0,6
2 % ПЕГ-400 + 5 % NH_4Cl	1,02	0,62
2 % ПЕГ-400 + 0,1 % CaCl_2	1,04	11,0
2 % ПЕГ-400 + 0,3 % CaCl_2	1,08	8,25
2 % ПЕГ-400 + 0,5 % CaCl_2	1,06	6,0
2 % ПЕГ-400 + 1 % CaCl_2	1,05	5,25

Спільне використання неорганічних і органічних інгібіторів у рецептурному складі з підвищеними інгібуючими властивостями позитивно позначилось не тільки на обмеженні гідратації порід та підвищенні стійкості стовбура свердловини, але й на зниженні фільтрації, покращенні реологічних і мастильних характеристик та фільтраційних властивостей порід-колекторів.

Механізм дії органічних інгібіторів полягає в обмеженні проникнення фільтрату БПР у пористе середовище і запобіганні розміцненню порід завдяки частковій адсорбції на їх поверхні і заповненні тріщинного і/або високопористого середовища.

Дослідженнями динаміки фільтрації моделей рідин з різними комбінаціями інгібіторів (рис. 1) встановлено, що після прокачування через керн рідин впродовж трьох годин об'єм фільтрату рідин з органічними інгібіторами значно менший, ніж рідин з неорганічними інгібіторами.

За умови їх спільного використання досягають обмеження фільтрації (рис.1, криві 5, 6, 7), що свідчить, з одного боку, про сповільнення формування антифільтраційної кірки після оброблення глинистої суспензії хлоридом калію, а з іншого боку – про сприяння утворенню і зменшенню проникності кірки з одночасною добавкою KCl і органічного інгібітора (ПЕГ-400, асфасолу).



- 1 – стабілізована глиниста суспензія (с/с)
- 2 – с/с + 5 % КСІ
- 3 – с/с + 2 % ПЕГ-400
- 4 – с/с + 2 % асфасол
- 5 – с/с + 5 % КСІ + 2 % асфасол
- 6 – с/с + 5 % КСІ + 2 % ПЕГ-400
- 7 – с/с + 5 % КСІ + 2 % ПЕГ-400 + 2 % асфасол

Рисунок 1 – Зміна об'єму фільтрату під час прокачування досліджуваних розчинів через керн.

При додатковому введенні в систему промивальної рідини вуглеводневої фази (нафти, природних або синтетичних олів, мастильних реагентів) створюються передумови для одержання малоглинистих емульсійних систем з псевдопластичними властивостями, поведінку яких описують рівнянням Оствальда. Такі промивальні рідини з показником нелінійності $n < 1$ характеризуються мінімальними втратами тиску під час промивання свердловини, забезпечують ефективне збереження фільтраційних властивостей колекторів.

Третій розділ присвячено розробленню компонентного складу малоглинистих емульсійних промивальних рідин і регулюванню їх властивостей та описанню характеристик функціонального призначення складових компонентів.

Під час планування експериментальних досліджень з проектування компонентного складу базової МЕРП було використано метод латинського квадрату, який дозволяє при мінімальній кількості експериментів одержати інформацію про вагомість впливу того чи іншого фактора на досліджуваний процес. Для оцінювання якості промивальної рідини, у разі неможливості виділити єдиний характерний показник, використано метод функції бажаності, суть якого полягає в тому, що оцінка бажаності D всього комплексу показників визначається як середня геометрична бажаність d_n окремих показників.

Для дослідження впливу вмісту домішок бентоніту, КССБ, CaCl_2 , ПЕГ-400 на властивості МЕРП використано сім параметрів: густина, умовна в'язкість, статичне напруження зсуву за 1 і 10 хв, показник фільтрації, товщина фільтраційної кірки та водневий показник. Були прийняті обмеження та інтервали зміни цих показників відповідно до розроблених критеріїв оцінки якості промивальної рідини. Застосуванням програми MathCad встановлено співвідношення факторів для кожного з 25 дослідів.

За результатами розрахунків з оцінки якості показників МЕПР встановлено, що найбільш прийнятним є компонентний склад за рецептурою: бентоніт – 5 %; КССБ – 2,25 %; КМЦ – 0,35 %, CaCl_2 – 0,3 %; ПЕГ-400 – 1,25 %. МЕПР такого складу характеризується такими параметрами: густина – 1160 кг/м^3 ; умовна в'язкість – 54 с; статичне напруження зсуву за 1 і 10 хв – 42/76 дПа; показник фільтрації – $3,5 \text{ см}^3/30 \text{ хв}$; товщина фільтраційної кірки – 0,5 мм; водневий показник – 9,35.

У подальшому оптимізацію компонентного складу базової МЕПР проводили з врахуванням геолого-технічних умов буріння, умовного поділу розрізу гірських порід з наявністю пластичних і непластичних глин, пластових тисків, колекторських властивостей та ін. В рамках однієї системи компоненти повинні доповнювати один одного і підсилювати ефект стабілізуючої дії та покращення технологічних властивостей БПР.

Щодо прийнятої технології розроблення рецептури МЕПР слід зауважити, що завдання пошукових досліджень полягало у необхідності контрольованого регулювання реологічних і фільтраційних властивостей за умови обмеження концентрації глинистої фази як структуроутворюючого агента. Для забезпечення стійкості стовбура свердловини і збереження фільтраційних властивостей порід-колекторів використовують високоінгібовані промивальні рідини з одночасним регулюванням реагентами-стабілізаторами показників фільтрації, реології.

При розробленні базової рецептури МЕПР з підвищеними інгібуючими властивостями для визначення компонентного складу враховували ефекти синергізму, сенсibiliзації за оптимального співвідношення інгредієнтів системи. Виконано дослідження впливу на властивості МЕПР вмісту бентонітового порошку, лігносульфонатних і целюлозних реагентів (КССБ, КМЦ), неорганічних (KCl , CaCl_2) і органічних (ПЕГ-400, асфасол) інгібіторів, ПАР (жиринокс, савенол), біополімерних полісахаридів, вуглеводневих сполук (нафта), мастильних домішок (СБР, лабрикол) та ін.

Концентрація глинистої суспензії була вибрана за результатами досліджень впливу вмісту глини на густину, умовну в'язкість, коефіцієнт коагуляційного структуроутворення та реологічні показники суспензії. Встановлено, що достатня структурованість промивальної рідини досягається при 4 % концентрації глинопорошку, тоді як з підвищенням концентрації до 7 % спостерігається різке зростання в'язкісних характеристик (умовна в'язкість "капас"). Оптимальною слід вважати бентонітову суспензію 5 % концентрації, при якій умовна в'язкість $T = 52 \text{ с}$, статичне напруження зсуву за 1 і 10 хв $\Theta_{1/10} = 28/70 \text{ дПа}$ і коефіцієнт коагуляційного структуроутворення $(\tau_0/\eta) K_c = 1,9$.

Оброблення глинистої суспензії ПАР з гідрофільно-гідрофобним балансом, тенденційно скерованим на підвищення гідрофобності, до яких належить жиринокс, сприяє емульгуванню вуглеводневої фази. Збільшення вмісту жириноксу з 0,2 % до 0,5 % призводить до незначного посилення псевдопластичних властивостей МЕПР (показник нелінійності зменшується з 0,43 до 0,34). У той же час збільшення вмісту жириноксу понад 0,2 % практично не впливає на реологічні характеристики МЕПР. З підвищенням температури з 20 до 80 °С при вмісті в МЕПР 0,2 % жириноксу коефіцієнт коагуляційного структуроутворення (τ_0/η) зростає відповідно з 6,3 до 13,5, що характеризує високу виносну здатність МЕПР.

Результати досліджень властивостей МЕРП після додавання 5 – 15 % нафти підтвердили ефективність емульгування нафтової фази ($K_c > 1$ та відсутність ознак відшарування нафтової фази) і стабільність значень реологічних показників.

Дослідження МЕРП на глиноємність ("проба на бентоніт") і на солестійкість підтвердили високі інгібуючі властивості при обробленні її полівалентними солями (CaCl_2). Показник фільтрації промивальної рідини при збільшенні вмісту CaCl_2 з 0,2 % до 0,6 % зберігся на рівні $4,5 \text{ см}^3/30 \text{ хв}$ при збереженні реологічних показників ($\eta = 22 - 24 \text{ мПа}\cdot\text{с}$, $\tau_0 = 191 - 174 \text{ дПа}$).

Дослідження шляхом термостатування базової МЕРП при температурі $80 \text{ }^\circ\text{C}$ впродовж 7 год підтвердили стабільність фільтраційних, структурно-реологічних та інших характеристик, що дозволяє зробити висновок про можливість розширення температурного діапазону її застосування.

Вплив МЕРП на відновлення проникності досліджували на керновому матеріалі Старо-Самбірського родовища. Підготовку керна проводили за стандартною методикою з використанням пластової води з вмістом Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , CO_3^- , Cl^- , SO_4^- . Суть методики полягала у визначенні швидкості фільтрування рідин через керни з близькими фільтраційно-ємнісними характеристиками.

Результати досліджень показали, що додавання до МЕРП 2 % ПЕГ-400 і спільне додавання 2 % ПЕГ-400 і 2 % асфасолу сприяє зниженню об'ємів проникнення фільтрату МЕРП за рівні проміжки часу. Зокрема, коефіцієнт відновлення проникності при використанні МЕРП з вмістом 0,3 % неорганічного інгібітора CaCl_2 становив 0,54 %. Додавання до МЕРП 2 % ПЕГ-400 та спільно 2 % ПЕГ-400 і 2 % асфасолу призвело до часткового зменшення коефіцієнта відновлення проникності, що слід розцінювати позитивно, оскільки проявляється дія тимчасового екранування поверхні колектора органічними інгібіторами, яке сприяє збереженню фільтраційних властивостей порід-колекторів та цілісності стінок свердловини. Деблокування здійснюється використанням традиційних методів, наприклад, шляхом соляно-кислотного оброблення ($\beta = 0,875 \%$).

Четвертий розділ присвячений пошуку та застосуванню альтернативних нафті вуглеводнів рослинного походження. З урахуванням особливостей виконання бурових робіт у рекреаційних зонах, як альтернативними нафті, проведено дослідження МЕРП з використанням таких вуглеводнів рослинного походження, як побічні продукти виробництва біодизелю (надалі біодизель), рицинової оливи, продукти виробництва соняшникової оливи.

Встановлено, що фільтраційні, структурно-реологічні, інгібуючі та мастильні властивості МЕРП з різними за походженням вуглеводневими фазами (табл.2) співставимі. Виявлено, що важливою технологічною перевагою рицинової оливи є її здатність змішуватися у будь-яких співвідношеннях із більшістю органічних розчинників (гексан, бензол, дихлоретан та ін.), що пояснюється її низькою полярністю. Діелектрична проникність рицинової оливи порівняно з іншими oliвами рослинного походження найвища і складає 4,7 (проти 3,0 – 3,2 для інших). Також вона володіє антиспінюючими та антиоксидантними властивостями, екологічно безпечна у використанні.

Таблиця 2 – Властивості МЕПР з різною вуглеводневою фазою

Но- мер дос- лід у	Досліджувана рідина (МЕПР)		Показники							
	гли- ниста фаза, %	вуглеводнева фаза	умовна в'язкіс ть, с	гус- тина, кг/м ³	СНЗ _{1/10} , ΔПа	пластична в'язкість, мПа·с	динамі- чне напру- ження зсуву, ΔПа	показник фільтра- ції за 30 хв, см ³	товщина фільтра- ційної кірки, мм	коєфіці- єнт тертя кірки
1	2,0	нафта	24	1020	1/1	9	3	9	0,5	0,15
2	3,0	нафта	28	1030	1/36	12	13	9	0,5	0,07
3	4,0	нафта	40	1040	18/54	17	25	5,5	0,5	0,052
4	5,0	нафта	52	1040	28/70	18	49	5	0,5	0,048
5	7,0	нафта	116	1050	137/186	22	71	5,5	1	0,035
6	2,0	олива рицинова	28	1020	3/4	13	10	9	0,5	0,19
7	3,0	олива рицинова	34	1025	10/41	14	38	7,5	0,5	0,123
8	4,0	олива рицинова	44	1030	18/54	16	58	5,5	1	0,052
9	5,0	олива рицинова	46	1040	32/67	19	67	4,5	1	0,035
10	7,0	олива рицинова	156	1050	143/204	22	73	5,5	1	0,035
11	2,0	олива соняшникова	30	1020	1/5	13	6	8,5	0,5	0,136
12	3,0	олива соняшникова	36	1025	17/59	14	11	6	0,5	0,039
13	4,0	олива соняшникова	56	1040	47/104	16	23	5,5	0,5	0,035
14	5,0	олива соняшникова	72	1050	117/178	19	31	5,5	0,5	0,035
15	7,0	олива соняшникова	232	1060	184/234	21	49	4	1	0,035

Дослідження впливу вмісту рицинової оливи від 1 % до 10 % на властивості МЕПР показали, що отримана система характеризується стабільністю структурно-реологічних властивостей за різних концентрацій рицинової оливи. Враховуючи отримані під час досліджень значення технологічних параметрів, а також вартісний показник за оптимальний вміст прийнято концентрацію 5 % рицинової оливи.

Регулювання фільтраційних властивостей МЕПР здійснювали за допомогою традиційних реагентів-стабілізаторів КМЦ і КССБ. З результатів досліджень встановлено, що найнижчим та достатнім показником фільтрації (4,5 см³/30 хв) характеризується МЕПР з вмістом 0,2 – 0,3 % КМЦ і 2 – 3 % КССБ при збереженні задовільних структурно-реологічних та мастильних властивостей. Коєфіцієнт нелінійності знаходиться в межах від 0,4 до 0,5, що засвідчує псевдопластичність МЕПР.

Дослідження впливу ПЕГ-400 на властивості МЕПР показали, що при збільшенні його вмісту з 1 % до 7 % структурно-реологічні та фільтраційні властивості промивальної рідини майже не змінюються. Однак, порівняно з властивостями МЕПР без добавки ПЕГ-400 при незначному вмісті останнього (до 1,0 %), суттєво знижується умовна в'язкість і динамічне напруження зсуву на 25 % і 50 % відповідно, коєфіцієнт консистентності – у 2,5 рази, а відношення $\tau_0/\eta = 3,0$.

Обважнення МЕПР з 5 % вмістом рицинової оливи крейдою від 0 % до 50 % забезпечує за необхідності підвищення густини промивальної рідини від 1040 до 1310 кг/м³. При цьому спостерігається зниження умовної в'язкості на 50 %, величини динамічного напруження зсуву на 80 %, показника фільтрації до 3,5 см³/30 хв, тоді як величина пластичної в'язкості дещо зростає. При зберіганні обважненої МЕПР у стані спокою впродовж 6 діб седиментації крейди не відбувалося.

Дослідження, шляхом термостатування МЕРП при температурі 80 °С, показали, що її параметри залишалися стабільними при незначному зростанні показника фільтрації (від 3,5 до 4,0 см³/30 хв).

З урахуванням особливостей виконання бурових робіт у рекреаційних зонах для МЕРП з вуглеводневою фазою рослинного походження розроблено хімічні реагенти-модифікатори на основі компонентів рослинного походження, зокрема органоколоїд "Премікс О" як замітник органічного нафтовмісного інгібітора асфасолу та піногасник "Премікс D" замість традиційно використовованого реагенту – Пентакс.

Дослідження властивостей базової МЕРП із вмістом рицинової оливи та промивальних рідин, відібраних зі свердловин 59-Долинська і 63-Перекопівська, показали, що з додаванням 3 % "Премікс О" забезпечуються високі інгібуючі властивості, структурно-реологічні та інші параметри, аналогічні, як і у випадку застосування 3 % асфасолу. Піногасник "Премікс D" у концентраціях від 0,05 % до 0,3 % за ефективністю піногасіння перевищує ефективність піногасника Пентакс за таких же концентрацій.

Таким чином, результатами експериментальних досліджень підтверджено доцільність додавання до МЕРП з рициновою оливою реагентів "Премікс О" і "Премікс D" замість нафтовмісних реагентів асфасолу і Пентакса, чим забезпечується екологічна безпечність МЕРП.

Встановлено, що покращенню емульгування МЕРП сприяють як добавки ПАР (сульфону), так і ультразвукове діяння. Слід зазначити, що у разі додавання "Премікс О" створюються передумови для запобігання утворенню у привибійній зоні водонафтових емульсій, які ускладнюють приплив нафти у свердловину.

Результати досліджень розробленої МЕРП з вмістом рицинової оливи підтвердили, що промивальна рідина забезпечує збереження фільтраційних властивостей порід-колекторів у широкому діапазоні зміни їх проникності. Зокрема дослідження виконано для низькопроникних (2,5 і 7,0 мкм²·10⁻³) та високопроникних (56,8 і 137,4 мкм²·10⁻³) колекторів. Початковий коефіцієнт відновлення проникності низькопроникних кернів складав, відповідно, 0,475 та 0,57, що свідчить про створення ефективного екрануючого бар'єру для попередження фільтрації на торці керна, тоді як після зрізу торця керна на 1 мм значення коефіцієнтів відновлення проникності підвищились майже до 1,0. Тобто, застосуванням традиційних методів перфорації можна здійснювати ефективне деблокування зони екранування. Для кернів з високою проникністю спостерігається ефект практично повного відновлення проникності (до 1,0) без зрізу торця керна (табл. 3), що дозволяє за необхідності використання свердловинних фільтрів.

Порівняльні дослідження перебігу біодеструкції зразків МЕРП з 5 % вмістом нафти і рицинової оливи показали, що системи з додаванням рицинової оливи розкладаються значно краще – до 0,3 %, тоді як з нафтою лише до 2 %.

Порівняльні дослідження фітотоксичності бурових промивальних рідин показали, що МЕРП з рициновою оливою, на відміну від відомих, практично не виявляє фітотоксичної дії на проростання редису посівного, що підтверджує екологічну безпечність розробленого розчину.

Таблиця 3 – Результати дослідження впливу МЕПР на коефіцієнт відновлення проникності кернів з різною проникністю і пористістю

Номер аналізу	Прокачування рідини		Відновлення проникності керна				Відновлення проникності керна після його зрізу на 1 мм			
	час, год	об'єм, см ³	час, хв	об'єм пор, см ³	$v \cdot 10^{-2}$, см/с	β	час, хв	об'єм пор, см ³	$v \cdot 10^{-2}$, см/с	β
1	3,0	3,0	90	40	2,6-3,0	0,475	32	40	7,3 – 8,0	≈1,0
2	3,0	3,25	24,5	20	5,8-7,5-5,9	0,57	16	20	10 – 11,9	0,883
3	3,0	2,7	45	28,6	5-6-5,3	≈1,0	–	–	–	–
4	3,0	3,3	15	20	7-12,5-10,8	≈1,0	–	–	–	–

Результати виконаних досліджень дають підстави вважати, що застосування рицинової оливи в складі МЕПР є ефективним рішенням проблеми у пошуках шляхів підвищення екологічної безпеки бурових промивальних рідин.

У п'ятому розділі описано результати дослідно-промислових випробувань МЕПР під час розкриття продуктивних пластів у свердловинах 83 Старо-Самбірського і 301 Східно-Решетняківського родовищ та при бурінні другого стовбура під час відновлення свердловини 318 Долинського родовища.

Старо-Самбірське і Східно-Решетняківське родовища розташовані у різних географічних зонах України, є типовими та характеризуються аномально низькими пластовими тисками, а породи-колектори малопористі та низькопроникні.

Для розкриття продуктивних пластів було розроблено і рекомендовано використовувати МЕПР, до складу якої входили такі основні компоненти: глинопорошок бентонітовий – 5 – 7 %; КМЦ – 0,5 %; КССБ – 3 – 5 %; КСІ – 5 %; CaCl₂ – 0,3 %; вуглеводні – 8 – 15 %; ПЕГ-400 – 3 %. Тестування представлених проб, аналіз властивостей, за результатами яких розроблялися рекомендації з оброблення МЕПР хімічними реагентами, передбаченими технічним проектом, здійснювали в НДПІ ПАТ "Укрнафта". Зазначені свердловини пробурені без ускладнень до проектної глибини, коефіцієнт відновлення проникності порід-колекторів знаходився у межах від 0,85 до 0,9.

Відновлення свердловини 318 Долинського родовища шляхом буріння бокового стовбура проведено з використанням подвійноінгібованої МЕПР такого компонентного складу: глинопорошок ПБМБ, Na₂CO₃, КМЦ, КССБ-МТ, РВ-СМ, NaOH, сульфол, савенол, жиринокс, вуглеводні, КСІ, Премікс-О, Премікс D. Обваження МЕПР до густини 1260 кг/м³ проведено додаванням крейди. Буріння свердловини з експлуатаційної колони діаметром 146 мм в інтервалі 2410 – 2670 м проведено без ускладнень. Дослідження відновлення проникності керна після прокачування промивальної рідини, відібраної при глибині свердловини 2542 м, показали, що на торці керна сформувалась еластична екрануюча кірка товщиною до 1 мм. Після зрізу торця керна на 1 мм і витримання зразка в 10 % розчині HCl впродовж 16 год проникність керна відновилася майже до 1,0.

ВИСНОВКИ

Дисертація є закінченою науково-дослідною роботою, у якій для якісного первинного розкриття продуктивних пластів, складених малопроникними колекторами з низькими тисками, обґрунтовано компонентний склад високоінгібованих малоглинистих промивальних рідин із вмістом вуглеводневої фази рослинного походження, що створює екологічно безпечні умови для спорудження свердловин на родовищах, розташованих у рекреаційних зонах Бориславського НПП. Основні результати зводяться до наступного.

1. Проаналізовано гірничо-геологічні умови буріння, первинного розкриття пластів та досвід застосування бурових промивальних рідин на родовищах Бориславського НПП, для яких характерна складна геологічна будова, літологічна неоднорідність розрізу, присутність різнонапірних покладів, аномально низьких пластових тисків та покладів, складених малопроникними, низькопористими породами. Уточнено вимоги до промивальних рідин для розкриття продуктивних пластів, які територіально розташовані в рекреаційних зонах.

2. За результатами проведених досліджень уточнено механізм спільної дії неорганічних та органічних інгібіторів за різних термобаричних умов, виявлено ефект їх синергізму, що створює передумови для одержання бурових промивальних рідин з підвищеними інгібуючими властивостями.

3. Застосуванням математичного планування експериментів з використанням композиції хімічних реагентів розроблено базову рецептуру малоглинистої емульсійної промивальної рідини.

4. Вперше розроблено рецептуру малоглинистої промивальної рідини, в компонентному складі якої як вуглеводневу фазу використано рицинову оливу, що є передумовою її екологічно безпечного застосування в рекреаційних зонах Бориславського НПП. Показано, що регулювання фільтраційних, інгібуючих та структурно-реологічних властивостей рідини можна здійснювати шляхом застосування відомих методів, матеріалів та реагентів.

5. Вперше розроблено та впроваджено під час буріння свердловини, як альтернатива зарубіжним аналогам, реагенти рослинного походження – інгібітор-органоколоїд "Премікс О" та піногасник "Премікс D".

6. За результатами дослідно-промислових випробувань розробленої МЕПР під час спорудження свердловин 83 Старо-Самбірського і 301 Східно-Решетняківського родовищ та відновленні свердловини 318 Долинського родовища підтверджено висока ефективність її промислового використання під час первинного розкриття продуктивних пластів.

Список опублікованих праць за темою дисертації

1. Андрусак А.М. Розроблення рецептур високоінгібованих промивальних рідин для розкриття продуктивних пластів / А.М. Андрусак, Є.Я. Коцкулич // Наук. вісник Національного гірничого університету. – 2014. – вип.6. – Дніпропетровськ. – С. 63-67.

2. Коцкулич Є.Я. Стан якості первинного розкриття продуктивних пластів з аномально низькими пластовими тисками / Є.Я. Коцкулич, Я.С. Коцкулич // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2008. – №2(28). – С. 93-96.

3. Коцкулич Я.С. Аналіз ефективності промивальних рідин для первинного розкриття продуктивних пластів / Я.С. Коцкулич, Є.Я. Коцкулич // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2012. – №1(31). – С. 21-28.

4. Коцкулич Є.Я. Особливості первинного розкриття продуктивних пластів на родовищах Бориславського нафтопромислового району / Є.Я. Коцкулич // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения. Сб. научн. тр. – 2014. – вып.17. – С. 41-46.

5. Андрусак А.М. Застосування подвійноінгібованих бурових промивальних рідин для розкриття продуктивних пластів / А.М. Андрусак, Б.А. Тершак, Є.Я. Коцкулич // Наукові праці ДонНТУ. Серія "Гірничо-геологічна". – 2012. – Вип. 16 (206). – С. 61-64.

6. Тершак Б.А. Випробування малоглинистої промивальної рідини при розкритті продуктивних пластів свердловиною 83 Старо-Самбірського родовища / Б.А. Тершак, Я.С. Коцкулич, А.М. Андрусак, Є.Я. Коцкулич // "Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника, технология его изготовления и применения". Сб. научн. тр. – 2015. – вып 18. – С. 147-151.

7. Коцкулич Я.С. Малоглиниста емульсійна промивальна рідина для первинного розкриття продуктивних пластів / Я.С. Коцкулич, Б.А. Тершак, А.М. Андрусак, Є.Я. Коцкулич // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ.– 2016. – №1(58). – С. 19-27.

8. Патент №27075 Україна. МПК Е 21В 21/00. Склад для приготування реагенту для обробки бурових розчинів. Білецький Я.С., Білецький М.С. Коцкулич Я.С., Коцкулич Є.Я. Опубл. 10.10.2007, бюл. №16.

9. Андрусак А.М. Досвід застосування інгібованих промивальних рідин для розкриття продуктивних пластів на родовищах Прикарпаття / А.М. Андрусак, Б.А. Тершак, Я.С. Коцкулич, Є.Я. Коцкулич // Матеріали Міжнар. наук.-техн. конф. "Інноваційні технології буріння свердловин, видобування нафти і газу та підготовки фахівців для нафтогазової галузі". – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ. – 2012. – С. 48-50.

10. Андрусак А.М. Удосконалення рецептур інгібованих бурових промивальних рідин для розкриття продуктивних пластів / А.М. Андрусак, Є.Я. Коцкулич // Матеріали Міжнародн. наук.-техн. конф. "Нафтогазова енергетика". – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ. – 2013. – С. 19-22.

11. Коцкулич Я.С. Повышение качества вскрытия продуктивных пластов в условиях аномально низких пластовых давлений / Я.С. Коцкулич, Б.А. Тершак, А.Н. Андрусак, Е.Я. Коцкулич // Материалы Межд. научн.-техн. конф., посвященной 55-летию ТюмНГУ. – 2011. – Т. 1. – С. 106-108.

12. Андрусак А.М. Малоглиниста емульсійна промивальна рідина для первинного розкриття продуктивних пластів / А.М. Андрусак, Є.Я. Коцкулич, Б.А. Тершак, Я.С. Коцкулич // Матеріали Міжнародної науково-технічної

конференції "Нафтогазова освіта та наука: стан та перспективи". - Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2014. – С. 196-198.

АНОТАЦІЯ

Коцкулич Є.Я. Розроблення малоглинистої емульсійної промивальної рідини для розкриття продуктивних пластів (на прикладі родовищ Бориславського нафтопромислового району). – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.10 – Буріння свердловин. – Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, 2016.

Дисертаційна робота присвячена розробленню малоглинистої емульсійної промивальної рідини для розкриття продуктивних пластів з низькими пластовими тисками, складених низькопроникними колекторами з вмістом глинистих порід, та буріння свердловин, розташованих в рекреаційних зонах.

Розроблено компонентний склад і рецептуру малоглинистої емульсійної промивальної рідини зі спільним використанням неорганічних і органічних інгібіторів, що забезпечило високу ступінь інгібування.

Вперше обґрунтовано ефективність і екологічну безпеку малоглинистої емульсійної промивальної рідини з використанням в якості вуглеводневої фази рицинової оливи замість нафти. Дослідженнями підтверджено високу якість промивальної рідини з вмістом рицинової оливи та екологічну безпеку її застосування на родовищах, розташованих в рекреаційних зонах.

Розроблено методику приготування і застосування малоглинистої емульсійної промивальної рідини, проведено дослідно-промислові випробування ефективності використання промивальної рідини при бурінні свердловин на родовищах Прикарпаття і Дніпрово-Донецької западини.

Ключові слова: породи-колектори, промивальна рідина, вуглеводнева фаза, екологічна безпека.

АННОТАЦИЯ

Коцкулич Е.Я. Разработка малоглинистой эмульсионной промывочной жидкости для вскрытия продуктивных пластов (на примере месторождений Бориславского нефтепромышленного района). – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.15.10 – Бурение скважин. – Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, Ивано-Франковск, 2016.

Диссертационная работа посвящена разработке малоглинистой эмульсионной промывочной жидкости для вскрытия продуктивных пластов с низкими пластовыми давлениями, сложенных низкопроницаемыми коллекторами с содержанием глинистых пород, а также для бурения скважин, расположенных в рекреационных зонах.

На основании анализа горно-геологических условий месторождений Бориславского нефтепромышленного района (БНПР) разработаны требования к буровым промывочным жидкостям, предназначенным для вскрытия продуктивных пластов. Показано, что для вскрытия продуктивных пластов должны использоваться жидкости, отвечающие таким требованиям:

- плотность промывочной жидкости должна быть такой, чтобы величина гидростатического давления столба жидкости была близка к пластовому;
- предотвращение образования водной и эмульсионной блокады в порах коллектора;
- ограничение продолжительности контакта промывочной жидкости с пластом;
- обеспечение выполнения требований экологической безопасности, используя в компонентном составе углеводороды растительного происхождения.

Обосновано, что для достижения качественного вскрытия продуктивных пластов в условиях Бориславского НПР целесообразно использовать ингибированные малоглинистые эмульсионные промывочные жидкости с одновременной добавкой неорганических и органических ингибиторов. Высокое качество таких жидкостей подтверждено результатами экспериментальных и промысловых исследований.

Учитывая, что часть месторождений Бориславского НПР расположены в экологических зонах, где использование промывочных жидкостей с содержанием углеводородов на нефтяной основе запрещено, решена задача по разработке экологически безопасных жидкостей.

Исследованиями установлено, что эффективным заменителем нефти в эмульсионных жидкостях является касторовое масло, а вместо асфасола рекомендовано использовать разработанный органоколлоид "Премикс О" и пеногаситель "Премикс Д".

Испытания влияния разработанной промывочной жидкости на изменение проницаемости керна показали, что величина коэффициентов восстановления проницаемости керна колеблется в пределах 0,85 – 0,93, а в отдельных случаях почти до 1,0.

Исследования экологической безопасности малоглинистой эмульсионной промывочной жидкости с касторовым маслом показали, что процесс их биодegradации происходит эффективнее, чем с содержанием нефти. Промывочная жидкость с содержанием касторового масла практически не проявляла фитотоксического воздействия на тест-объект.

Промывочная жидкость с содержанием углеводородов растительного происхождения экологически безопасна и рекомендована к использованию при бурении скважин, расположенных в рекреационных зонах.

Опытно промышленные испытания разработанных малоглинистых промывочных жидкостей подтвердили эффективность их применения при вскрытии продуктивных пластов в сложных горно-геологических условиях.

Ключевые слова: породы-коллекторы, промывочная жидкость, углеводородная фаза, экологическая безопасность.

ABSTRACT

Kotskulych E.Y. Development of thin clay emulsive drilling fluid for drilling in productive formations (on the model of oilfields of Bryslav region). – The Manuscript.

Thesis of the Candidate's Technical Sciences degree in engineering according to speciality 05.15.10 – Well drilling. – Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, 2016.

The thesis is devoted to the development of thin clay emulsive drilling fluid for drilling in productive formations that have low formation pressure and consist of low-permeability collectors with clay rocks. The thesis is also dedicated to the well drilling into recreation area.

It has been developed complex approach to the recipe of thin clay emulsive drilling fluid with usage of both non-organic and organic inhibitors. This recipe provided high level of inhibiting.

Effectiveness and ecological safety of thin clay emulsive drilling fluid with addition of castor oil instead of conventional oil as hydrocarbon phase has been proved for the first time ever.

Methods of preparing and application of thin clay emulsive drilling fluid have been developed. It were conducted experimental and industrial tests of effectiveness of drilling fluid during well drilling at Pre-Carpathian and Dniprovo-Donetsk oilfields.

Keywords: container rock, drilling fluid, hydrocarbon phase, ecological safe.