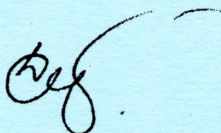


622.248.33(043)

С 89

Міністерство освіти і науки України
**ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ**

СУДАКОВА ДІАНА АНДРІЇВНА



УДК 622.248.33

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЇ ІЗОЛЯЦІЇ
ПОГЛИНАЮЧИХ ГОРИЗОНТІВ БУРОВИХ СВЕРДЛОВИН**

05.15.10 – Буріння свердловин

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Івано-Франківськ - 2018

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі техніки розвідки родовищ корисних копалин Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» (м. Дніпро) Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник:

кандидат технічних наук, доцент

КУЗІН Юрій Леонідович,

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» (м. Дніпро), доцент кафедри техніки розвідки родовищ корисних копалин.

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор

МИСЛЮК Михайло Андрійович,

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, професор кафедри буріння нафтових і газових свердловин;

кандидат технічних наук

СТАВИЧНИЙ Євген Михайлович,

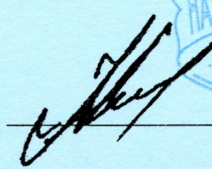
Науково-дослідний і проектний інститут ПАТ «Укрнафта» (м. Івано-Франківськ), начальник управління буріння.

Захист відбудеться "4" жовтня 2018 р. о 10⁰⁰ 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 ознайомитися в науково-технічній бібліотеці Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу за адресою: 76019, Україна, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15.

Автореферат розісланий "29" серпня 2018 р.

Вчений секретар
спеціалізованої Вченої ради
кандидат технічних наук, доцент



І.М. Ковбасюк



ГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Огрунтування вибору теми досліджень. Процес буріння свердловин пов'язаний з геологічними ускладненнями. Найбільш поширеним ускладненням є поглинання промивальної рідини. На ліквідацію поглинань витрачається значна частка часу і коштів від загальних витрат на буріння свердловин. Поглинання призводить до порушення технологічного режиму буріння, цілісності стінок свердловини, провокує аварії.

Для ліквідації поглинання промивальної рідини застосовують тампонажні суміші на водній основі з використанням різних мінералів'яжучих і синтетичних речовин, які досягли межі своєї модернізації. В останні десятиліття роботи з поліпшення властивостей тампонажних матеріалів зводяться до вирішення місцевих завдань, а не головного їх недоліку – усунення чутливості до розведення водою. У зв'язку з неминучістю контакту тампонажної суміші з рідиною у свердловині та пласті така суміш, розчиняючись, втрачає свої тампонажні властивості, розтікаючись від свердловини на значні відстані, що потребує необхідності багаторазового повторення операцій з тампування, значної витрати тампонажних матеріалів, праці та часу. На ліквідацію поглинання витрачають більш ніж 20% часу і коштів від загальних витрат на спорудження свердловини.

Для усунення недоліку тампонажних сумішей вихід один – застосування науково обгрунтованої технології ізоляції поглинаючих горизонтів, основаної на використанні нечутливих до розведення водою тампонажних матеріалів, розплав яких, проникаючи в канали поглинання з наступною зміною агрегатного стану, утворює малооб'ємну, але міцну ізоляційну оболонку навколо стовбура бурової свердловини.

Вирішенню цієї актуальної наукової задачі, що полягає у встановленні закономірностей зміни осьового навантаження та частоти обертання при обгрунтуванні режимних параметрів ефективної термомеханічної технології ізоляції поглинаючих горизонтів від середньої межі міцності на одновісне стискання залежно від: складу композиту, співвідношення компонентів та виду наповнювача; температури перегріву розплаву, щільності, часу твердіння та кількості плавок тампонажного термопластичного композиційного матеріалу (ТПКМ), що має важливе практичне значення, і присвячена дисертаційна робота.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота пов'язана з науковим напрямом досліджень кафедри техніки розвідки родовищ корисних копалин ДВНЗ «Національний гірничий університет» і є складовою частиною досліджень, виконаних за такими держбюджетними науковими роботами: «Експлуатація і ремонт бурових свердловин на рідкі і газоподібні корисні копалини» (№д.р. 0115U005618), «Ліквідація поглинання промивальної рідини в бурових свердловинах термопластичними матеріалами» (№д.р. 0118U000529) та відповідає напрямам і завданням «Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 р.», затвердженої законом України № 3268-VI від 21 квітня 2011 р.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є удосконалення термомеханічної технології ізоляції поглинаючих горизонтів бурових свердловин шляхом

встановлених закономірностей зміни й обґрунтування її режимних параметрів від складу та фізико-механічних властивостей ТПКМ і, на цій основі, розробка технологічного регламенту, що містить рекомендації з виготовлення композиту й організації тампонажних робіт, проектування та ізоляції зон поглинання промивальної рідини в бурових свердловинах.

Поставлена в роботі мета досягається вирішенням таких завдань:

1. Вибрати й обґрунтувати склад, а також дослідити фізико-механічні властивості ТПКМ.
2. Розробити технологію виготовлення та технологію ізоляції поглинаючих горизонтів промивальної рідини ТПКМ.
3. Теоретично й експериментально дослідити режимні параметри технології виготовлення та технології ізоляції поглинаючих горизонтів промивальної рідини ТПКМ.
4. Розробити технологічний регламент ізоляції поглинаючих горизонтів бурових свердловин ТПКМ.
5. Виконати дослідно-промислово перевірку працездатності розробленої технології ізоляції поглинаючих горизонтів бурових свердловин ТПКМ.

Ідея роботи полягає у встановленні та використанні закономірностей зміни фізико-механічних властивостей й переваг ТПКМ для обґрунтування режимних параметрів та впровадження у виробництво ефективної термомеханічної технології ізоляції поглинаючих горизонтів бурових свердловин.

Об'єкт дослідження – процес ізоляції поглинаючих горизонтів бурових свердловин з застосуванням ТПКМ на основі вторинного поліетилентерефталату (ПЕТ).

Предмет дослідження – режимні параметри технології ізоляції поглинаючих горизонтів бурових свердловин з застосуванням ТПКМ на основі вторинного ПЕТ.

Методи дослідження. Поставлені завдання вирішувалися комплексним методом дослідження, що містить аналіз і узагальнення літературних і патентних джерел, проведення аналітичних, експериментальних і виробничих досліджень. Обробка експериментальних даних проводилася з використанням методів математичної статистики. Експериментальні дослідження виконано з використанням положень теорії наукового експерименту і теорії випадкових процесів. Оцінка ефективності отриманих результатів проводилася у виробничих умовах.

Наукові положення, які виносяться на захист:

1. Межа міцності на одновісне стискання ТПКМ зі співвідношенням 1:1 в'язучого до гранульованого наповнювача при його крупності менш 0,5 мм має максимальне значення – 52,6 МПа, яке лінійно зменшується зі збільшенням гранулометричного складу та кількості гранульованого наповнювача і втричі зменшується за експоненціальним законом при перегріванні розплаву понад 300°C та при збільшенні кількості плавок.

2. При ліквідації катастрофічних поглинань промивальної рідини в бурових свердловинах, з використанням ТПКМ із співвідношенням компонентів 1:1 у поєднанні з осьовим навантаженням не менше 700 даН при частоті обертання інструменту 700 хв⁻¹, забезпечується термомеханічне плавлення композиційного

матеріалу, радіус поширення розплаву якого залежить від розкриття тріщин і носить логарифмічний характер, забезпечуючи товщину ізоляційної оболонки до 100 мм та запас міцності у 2,8 рази при перепаді тиску в системі «свердловина-пласт» у 100 МПа.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:

- вперше обґрунтовано і доведено можливість застосування ТПКМ на основі вторинного ПЕТ;
- вперше обґрунтовано і доведено можливість термомеханічного плавлення в зоні ускладнення бурової свердловини ТПКМ, що базується на застосуванні вторинного ПЕТ;
- отримала подальший розвиток теоретично обґрунтована й експериментально підтверджена модель температурного поля, що дозволяє описати процес теплопередачі при термомеханічному плавленні ТПКМ;
- вперше встановлено залежність величини режимних параметрів процесу термомеханічного плавлення ТПКМ від його теплофізичних властивостей і технічних характеристик;
- вперше встановлено залежність проникаючої здатності ТПКМ на основі ПЕТ від розкриття тріщин поглинаючого горизонту.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджується застосуванням для досліджень апробованих теоретичних і експериментальних методів теплофізики та тепломасопереносу ТПКМ, а також обсягом виконаних експериментів, що забезпечують розбіжність між результатами лабораторних і теоретичних досліджень у межах 10 – 15%.

Наукове значення роботи полягає у встановленні закономірностей зміни властивостей композиту від його складу, що дозволило визначити режимні параметри термомеханічної технології ізоляції поглинаючих горизонтів бурових свердловин із застосуванням ТПКМ на основі ПЕТ.

Практичне значення отриманих результатів полягає в:

- обґрунтуванні області застосування технології ізоляції поглинаючих горизонтів із використанням ТПКМ на основі вторинного ПЕТ;
- розробці обґрунтованих рекомендацій щодо вибору параметрів технології ізоляції поглинаючих горизонтів ТПКМ на основі ПЕТ;
- розробці на рівні винаходів (пат. України №№ 106505, 106990, 108791, 110442, 110471, 110472, 118391) принципово нової технології ізоляції поглинаючих горизонтів ТПКМ на основі ПЕТ;
- розробці технології виготовлення ТПКМ на основі ПЕТ;
- розробці програм і методик: дослідження фізико-механічних властивостей ТПКМ; моделювання в стендових умовах процесу термомеханічного плавлення й ізоляції поглинаючих горизонтів бурових свердловин; дослідно-промислових досліджень технології ізоляції поглинаючих горизонтів бурових свердловин;
- розробці технологічного регламенту ізоляції поглинаючих горизонтів ТПКМ на основі ПЕТ;
- використанні результатів досліджень у навчальному процесі при підготовці фахівців з буріння свердловин.

Реалізація результатів роботи. Розроблені методики, технології та технічні засоби знайшли практичне застосування при дослідно-промислому впровадженні технології ізоляції поглинаючих горизонтів ТПКМ на основі ПЕТ в умовах підприємства ТОВ «Промислово-геологічна група «Дніпрогідробуд» – в населених пунктах Гаврилівка і Романки Покровського району Дніпропетровської області.

Технологічний регламент ізоляції поглинаючих горизонтів ТПКМ затверджено Державною службою геології та надр України і діє у виробничих організаціях служби як нормативний документ.

Результати досліджень використано в навчальному процесі при викладанні дисциплін «Очисні агенти і тампонажні суміші», «Ускладнення і аварії в бурінні» студентам спеціальності «Гірництво» в НТУ «Дніпровська політехніка».

Особистий внесок здобувача полягає у огляді сучасних технологій й визначенні умов ліквідації поглинань промивальної рідини [8, 10], визначенні наукової проблеми, ідеї та мети роботи, формулюванні завдань досліджень, наукових положень і їх новизни, виборі методів дослідження, розробці експериментального устаткування і стенда, проведенні лабораторних досліджень фізико-механічних властивостей ТПКМ [5, 12] й стендових досліджень термомеханічної технології ізоляції поглинаючих горизонтів [6] та обчислювальних експериментів для рішення модельних задач процесу теплопереносу при виготовленні тампонажного матеріалу [13], виборі й обґрунтуванні в'язучого тампонажного матеріалу [3, 7, 14, 16, 18, 19], а також обґрунтуванні та розробці технологій ізоляції поглинаючих горизонтів [1, 2, 4, 9, 11, 17, 20-22].

Впровадження результатів дисертаційної роботи в практику буріння при ліквідації поглинань промивальних рідин у бурових свердловинах відбувалося за безпосередньої участі здобувача [15].

Апробація результатів дисертації. Основні положення, наукові та практичні результати дисертаційної роботи розглядалися на: наукових семінарах кафедр техніки розвідки родовищ корисних копалин НТУ «Дніпровська політехніка» та буріння нафтових і газових свердловин Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу; XI Міжнародному форумі студентів і молодих учених «Розширюючи обрії» (Дніпропетровськ, 2016); VII науково-практичній конференції «Інновації та трансфер технологій» (Дніпропетровськ, 2016); V Міжнародній науково-практичній конференції «Технології і процеси в гірництві та будівництві» (Покровськ, 2017); XI Міжнародній науково-практичній конференції «Школа підземної розробки» (Бердянськ, 2017); XVIII Міжнародній конференції «Породоруйнівний і металообробний інструмент – техніка, технологія його виготовлення і застосування» (Трускавець, 2017); щорічній Міжнародній науково-практичній конференції «Форум гірників» (Дніпро, 2017); XVIII Міжнародній конференції «Теплотехніка, енергетика та екологія в металургії», (Дніпро, 2017); V Всеукраїнській науково-технічній конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Молодь: наука та інновації – 2017», (Дніпро, 2017); Міжнародній науково-технічній конференції «Нафтогазова галузь: перспективи нарощування ресурсної бази» (Івано-Франківськ, 2018).

Публікації. Основні наукові положення і результати дисертації опубліковано в 22 друкованих роботах, з них: 6 – у спеціалізованих журналах (2 з яких входять у наукометричну базу Scopus, 4 – без співавторів); 7 – патентів; 9 – доповідей і тез доповідей.

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків і містить 240 сторінок машинописного тексту, в тому числі 61 рисунок (з них 18 на окремих аркушах), 25 таблиць, список використаних джерел з 189 найменувань на 18 сторінках та 7 додатків на 40 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обгрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, показано зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, сформульовано мету, основні завдання, ідею роботи, об'єкт, предмет і методи досліджень, показано наукову новизну і практичне значення отриманих результатів, наведено загальну характеристику роботи, відомості про особистий внесок автора й апробацію результатів роботи.

У першому розділі виконано аналіз умов виникнення і ліквідації поглинань промивальної рідини. Досліджено сучасні технології ізоляції поглинаючих горизонтів бурових свердловин.

Процес буріння свердловин пов'язаний з геологічними ускладненнями. Найбільш частими видами ускладнень, що порушують технологію бурових робіт, є поглинання бурових розчинів.

Дослідженнями в області розробки тампонажних матеріалів і технологій боротьби з поглинаннями бурових розчинів присвячено роботи Басаригіна Ю.М., Бражененка А.М., Булатова А.І., Васильєва М.І., Вахрамєєва І.І., Воздвіженського Б.І., Гайворонського О.О., Доценка Ю.Г., Івачева Л.М., Килка Е.Я., Коцкулича Я.С., Крилова В.І., Кудряшова Б.Б., Ліпатова М.К., Мартиненка І.І., Мислюка М.А., Ніколаєва М.І., Полозова Ю.А., Рафієнка І.І., Спичака Ю.Н., Судакова А.К., Ставичного Є.М., Тершака Б.А., Титкова Н.І., Тяна П.М., Яковлева А.М., Ясова В.Г. і інших вчених.

У більшості випадків ліквідація поглинань забезпечується тампонуванням каналів поглинання промивальної рідини твердіючими або нетвердіючими тампонажними сумішами шляхом створення водонепроникного екрана в породі навколо свердловини.

Для ліквідації поглинання промивальної рідини застосовуються недостатньо ефективні тампонажні матеріали, які готуються на водній основі з введенням до його складу мінералов'язких або синтетичних речовин.

На наш погляд, ці матеріали і технології вичерпали свою можливість подальшого вдосконалення, тому єдиний шлях – це розробка і застосування, для формування ізоляційних завес, технологій, основаних на матеріалах, що мають неводну основу, й інші процеси формування тампонажного каменю. До таких технологій можна віднести технології створення тампонажного каменю, що базуються на явищі фазового переходу.

Дотепер з термопластичних матеріалів застосовувалися суміші на основі бітуму, сірки і синтетичних термопластів (поліетилен, поліпропілен).

Але застосовувані термопластичні матеріали через недосконалість технологій не знайшли широкого використання як тампонажні матеріали при ізоляції поглинаючих горизонтів бурових свердловин.

Для вирішення проблеми ізоляції поглинаючих горизонтів необхідно знаходити принципово нові рішення. Тому, виключно важливе значення має питання розробки технологій ізоляції поглинаючих горизонтів з використанням ефективніших тампонажних матеріалів.

У другому розділі вибрано й обґрунтовано склад, а також досліджено фізико-механічні властивості ТПКМ на основі вторинного ПЕТ. Розроблено технологію виготовлення ТПКМ.

ПЕТ є одним з найбільш поширених побутових відходів. За статистичними даними його обсяг складає до 20 – 25 % від загальної маси побутових відходів.

У результаті аналізу відомих фізико-механічних властивостей ПЕТ встановлена можливість його застосування як в'язучого ТПКМ для ізоляції поглинаючих горизонтів бурових свердловин. Вторинний ПЕТ:

- не розмивається водою і може застосовуватися у свердловині незалежно від швидкості руху підземних вод;

- хімічно інертний;

- не змінює протягом тривалого часу фізико-механічні властивості. Повне розкладання ПЕТ – близько 300 років. Густина ПЕТ 1,38 – 1,45 г/см³. Міцність при розтягуванні 172 МПа, вигині 50 – 70 МПа, стисканні 80 – 120 МПа;

- його вартість порівняна з вартістю цементу і набагато нижче за вартість таких тампонажних матеріалів як сірка, бітум, синтетичні смоли.

Зроблено вибір, обґрунтовано і досліджено склад ТПКМ. Виконані лабораторні дослідження дозволили розробити оптимальну рецептуру ТПКМ, захищену патентами України №№ 106505, 108791, 110442.

У ході лабораторних досліджень фізико-механічних властивостей ТПКМ:

- обґрунтовано необхідність введення до його складу наповнювача. Вторинний ПЕТ, остигаючи у формах, руйнується внаслідок утворення радіальних глибоких тріщин. У зламі зразків структура високопориста. Усім зразкам властиво явище усадки. Її розмір не перевищує 25 %. На цій підставі було зроблено висновок про неможливість застосування вторинного ПЕТ як самостійного тампонажного матеріалу. Тому з «чистим» вторинним ПЕТ роботи було припинено;

- визначено вид і оптимальну концентрацію наповнювача;

- показано, що ТПКМ з крупністю наповнювача менше 0,5 мм у співвідношенні 1:1:

- має найбільші міцнісні характеристики (рис. 1), і у віці 15 хв складає 52,6 МПа, що в 5,26 разів вище за міцність прототипу – тампонажного каменю на цементній основі у віці 7 діб (рис. 2);

- у діапазоні температур 250 – 300°C має розтікання, що порівняне з розтіканням нормального цементного розчину;

- проникність тампонажного каменю із ТПКМ за 24 год при перепаді тиску 20 МПа відсутня;

- є «дуже абразивним» матеріалом, незважаючи на найвищий ступінь зносостійкості.

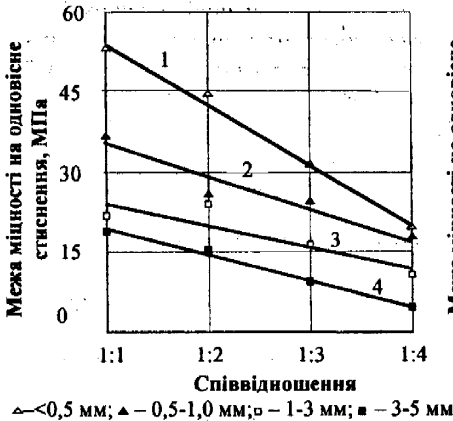


Рисунок 1 – Залежність середньої межі міцності на одновісне стиснення від вмісту і співвідношення компонентів

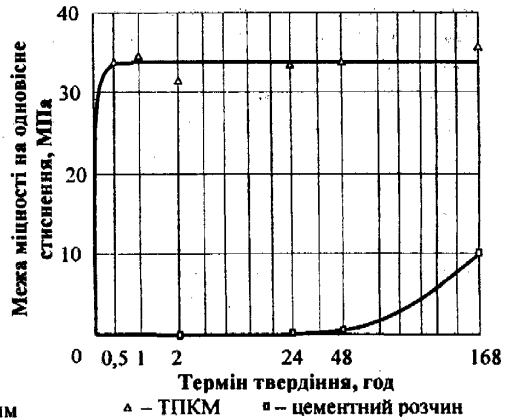


Рисунок 2 – Залежність середньої межі міцності на одновісне стиснення від часу твердіння ТПКМ і цементного розчину при вмісті гранульованого наповнювача в співвідношенні 1:3, крупністю менше 0,5 мм

Розроблено технологію виготовлення ТПКМ на основі ПЕТ, яка складається з підготовчого етапу, етапу виготовлення композиту і формування.

У ході теоретичних досліджень розглянуто підходи до моделювання теплофізичних процесів плавлення й охолодження при формуванні, що є необхідним для визначення раціональних теплоенергетичних параметрів технології виготовлення ТПКМ.

Таблиця 1 - Узагальнені фізико-механічні властивості ТПКМ

Склад	Густина, $\text{кг}/\text{м}^3$	Межа міцності на одновісне стиснення, МПа	Температура плавлення, $^{\circ}\text{C}$	Розтікання, см	Коефіцієнт стирання	Коефіцієнт абразивності	Проникність зразка, см^3
ПЕТ + гравій, співвідношення 1:1, $d < 0,5$ мм	1620	52,6	246	16–18	19,8	2,0	відсутня

Розрахунки дозволили визначити тривалість технологічних операцій з виготовлення ТПКМ, а також необхідні енергетичні витрати.

Третій розділ присвячено розробці технології ізоляції поглинаючих горизонтів бурових свердловин із використанням ТПКМ.

Розроблено й обґрунтовано спосіб ізоляції поглинаючих горизонтів із застосуванням ТПКМ на основі ПЕТ, для реалізації якого необхідно виконати такі технологічні операції: транспортування ТПКМ до поглинаючого горизонту бурової

свердловини, плавлення ТПКМ у буровій свердловині та затиснення ТПКМ у каналі поглинання. Обґрунтовано технологію транспортування циліндричних брикетів ТПКМ по стовбуру свердловини і можливість термомеханічного контактного плавлення ТПКМ у зоні поглинання промивальної рідини. Спосіб ізоляції поглинаючих горизонтів із застосуванням ТПКМ на основі ПЕТ захищено патентами України №№110471, 110472, 118391.

До технічних переваг технології можна віднести:

- можливість керування технологічним процесом плавлення ТПКМ у зоні ускладнення;
- можливість ліквідації зависання (заклинювання) ТПКМ при транспортуванні по стовбуру свердловини;
- відсутність операції з видалення зі стовбура свердловини технологічного інструменту і, за рахунок цього, скорочення часових витрат.

Технологічні режими процесу термомеханічного плавлення тампонажного матеріалу при тампонуванні проникного горизонту із застосуванням ТПКМ на основі ПЕТ визначалися методами фізичного моделювання в стендових умовах.

З цією метою розроблено і виготовлено: з урахуванням критеріїв подібності експериментальний стенд, який дозволяє моделювати процеси, що протікають у поглинаючому горизонті з різним розкриттям плоских радіальних тріщин; макет лабораторного термомеханічного інструменту, який дозволив при термомеханічному плавленні на вибої свердловини створити потужність від 1,7 кВт до 5,8 кВт.

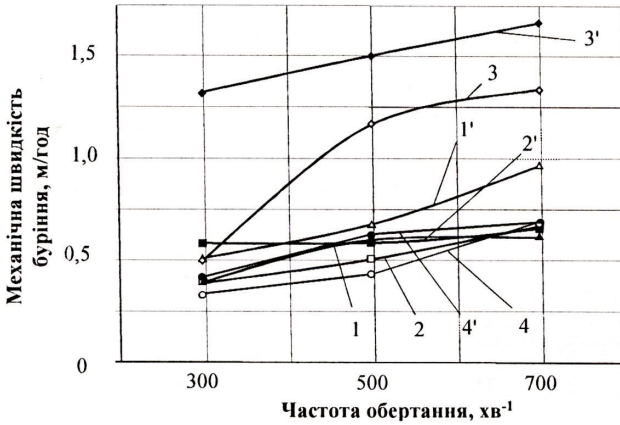
У результаті стендових досліджень:

- доведена можливість термомеханічного плавлення на вибої свердловини монолітного брикетованого ТПКМ;
- встановлено, що: термомеханічна швидкість буріння (плавлення), незалежно від співвідношення в'язучого до наповнювача, а також рецептури ТПКМ до режимних параметрів, і має один порядок величин, що збільшується при підвищенні осьового навантаження і частоти обертання (рис. 3); час нагріву ТПКМ до температури його плавлення залежить від рецептури ТПКМ; при розкритті тріщини 10 – 30 мм розплав ТПКМ розтікається від стовбура свердловини від 20 – 30 мм до 80 – 90 мм, утворюючи малооб'ємну непроникну ізоляційну оболонку навколо свердловини (рис. 4);
- встановлено залежність зміни температури в ТПКМ від величини режимних параметрів.

Доведено експериментально і підтверджено аналітичними дослідженнями, що:

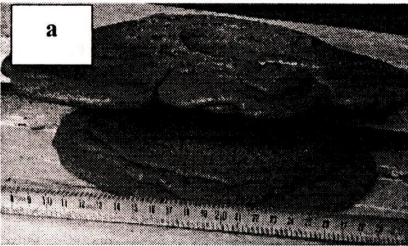
- при термомеханічному плавленні ТПКМ температура його нагріву не перевищує критичного значення, при якому відбувається деструкція в'язучого;
- підвищення температури в зразку ТПКМ до температури плавлення відбувається в зоні контакту робочого органа інструменту, при цьому фронт її впливу випереджає торцеву поверхню інструменту на 7 – 8 мм.

За даною технологією нагрівання ТПКМ здійснюється модернізованим породоруйнуючим інструментом (рис. 5), що доставляється в зону поглинання



1 – ТПКМ, співвідношення 1:1, $P = 500$ даН; 3 – ТПКМ, співвідношення 1:3, $P = 500$ даН;
 1' – ТПКМ, співвідношення 1:1, $P = 700$ даН; 3' – ТПКМ, співвідношення 1:3, $P = 700$ даН;
 2 – ТПКМ, співвідношення 1:2, $P = 500$ даН; 4 – ТПКМ, співвідношення 1:4, $P = 500$ даН;
 2' – ТПКМ, співвідношення 1:2, $P = 700$ даН; 4' – ТПКМ, співвідношення 1:4, $P = 700$ даН

Рисунок 3 – Залежність термомеханічної швидкості буріння (плавлення) від частоти обертання термомеханічного інструменту



а – тампонажний камінь у моделі горизонту; б – вигляд зверху

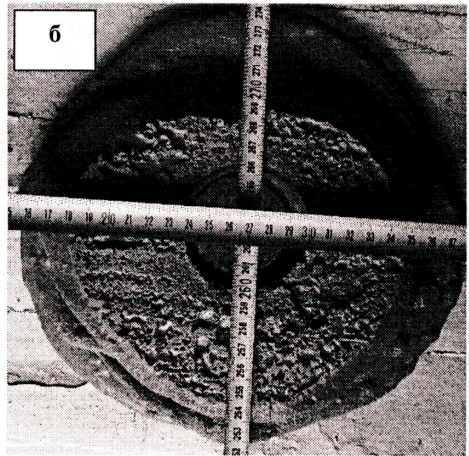
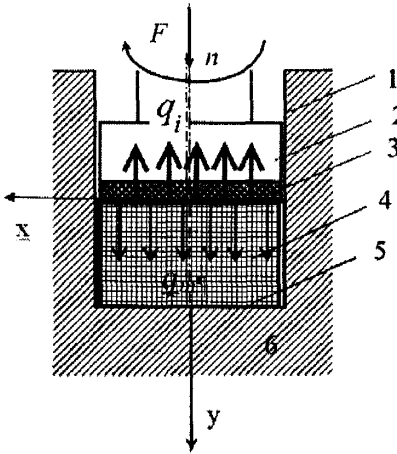


Рисунок 4 – Радіус поширення ТПКМ у тріщині з розкриттям 30 мм

на колоні бурильних труб. Тепловий потік генерується при роботі термомеханічного породоруйнуючого інструменту 2 на лінії контакту термофрикційної накладки 3 і поверхні брикету ТПКМ. Генерований тепловий потік поширюється в тіло брикету ТПКМ за рахунок теплопровідності. Під дією теплової енергії ТПКМ нагрівається, а при досягненні температури поверхні значення фазового переходу

(температури плавлення) плавиться. Розплавлена частина матеріалу задулюється в пористі стінки свердловини 1 внаслідок тиску, створюваного інструментом.

Для визначення параметрів процесу нагрівання ТПКМ використовуємо рівняння теплопровідності у вигляді



1 – стінки свердловини; 2 – термомеханічний породоруйнуючий інструмент; 3 – термофрикційна накладка; 4 – брикет ТПКМ; 5 – поверхня вибою; 6 – гірська порода

Рисунок 5 – Схема до розрахунку термомеханічного плавлення тертям

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 t}{\partial y^2}, \quad \tau > 0, \quad 0 \leq y \leq \infty, \quad (1)$$

з початковими умовами $t = t_0$, при $\tau = 0$ (2) і граничними умовами

$$-\lambda \frac{\partial t}{\partial y} = q_m, \quad \text{при } y = 0, \quad (3)$$

$$t = t_0, \quad \text{при } y \rightarrow \infty, \quad (4)$$

де t – температура; τ – час; a – коефіцієнт температуропровідності; y – просторова координата; $t = t_0$ – початкова температура; λ – коефіцієнт теплопровідності ТПКМ; q_m – поверхневий тепловий потік, що йде на нагрів матеріалу.

Тепловий потік на робочій поверхні визначається за формулою

$$q_m = \frac{\mu k_m \pi F D n}{S}, \quad (5)$$

де μ – коефіцієнт тертя; k_m – коефіцієнт, який враховує частку теплоти тертя, що йде на нагрів і плавлення ТПКМ; F – осьове навантаження; D – діаметр поверхні тертя; S – площа поверхні тертя; n – частота обертання інструменту.

З розв'язку задачі (1) – (4) за допомогою закону Фур'є $q = -\lambda \frac{\partial t}{\partial y}$ і умови (5)

отримано вираз, що встановлює взаємозв'язки між режимними параметрами технологічного процесу і параметрами теплофізичних процесів при роботі інструменту

$$F n = \frac{\lambda D}{2 \mu k_m \sqrt{\pi a \tau_f}} (t_f - t_0), \quad (6)$$

де τ_f – час нагріву поверхні до температури плавлення; t_f – температура плавлення ТПКМ.

Для визначення швидкості термомеханічного буріння використовується рівняння теплового балансу у вигляді

$$q_m = q_{melt} + q_\lambda, \quad (7)$$

де q_{melt} – теплота, що йде на плавлення поверхнього шару матеріалу завтовшки $d\xi$ за час $d\tau$; q_λ – тепловий потік, який йде на прогрівання внутрішніх шарів мате-

ріалу, що визначається згідно із законом Фур'є. Тепловий потік q_{melt} описується виразом

$$q_{melt} = \rho L \frac{d\xi}{d\tau}, \quad (8)$$

де L – прихована теплота плавлення ТПКМ; ρ – щільність ТПКМ. Швидкість термомеханічного буріння визначається як $V = d\xi/d\tau$.

Таким чином, з рівняння (7), використовуючи рішення задачі (1) – (4) і визначаючи τ_f через режимні параметри буріння, отримано вираз для швидкості термомеханічного буріння

$$V = \frac{1}{\rho L} \left(\frac{4\mu k_m F n}{D} + \frac{\lambda(t_f - t_0)}{\sqrt{\pi a \tau}} \right). \quad (9)$$

Аналізуючи (9) при $\tau \rightarrow \infty$, отримаємо формулу для граничної швидкості термомеханічного буріння

$$V_{lim} = \frac{1}{\rho L} \left(\frac{4\mu k_m F n}{D} \right). \quad (10)$$

Середню швидкість термомеханічного буріння за час T визначимо як

$$V_{av} = \frac{1}{T} \int_0^T V(\tau) d\tau, \quad (11)$$

де T – час буріння; $V(\tau)$ – визначається за виразом (10).

Після інтегрування (10) за часом у межах від 0 до T з урахуванням умови $\xi = 0$ при $\tau = 0$ отримаємо вираз для глибини буріння за період T

$$h = \frac{1}{\rho L} \left(\frac{4\mu k_m F n}{D} T + \frac{2\lambda(t_f - t_0)}{\sqrt{\pi a}} \sqrt{T} \right). \quad (12)$$

Результати виконаного аналізу алгоритму розрахунку, а також розрахункових залежностей зміни глибини і швидкості термомеханічного плавлення ТПКМ у свердловині в часі (рис. 6) представлені у вигляді номограми залежності режимних параметрів від швидкості термомеханічного плавлення ТПКМ на вибої свердловини. Так, при осьовому навантаженні 700 даН і частоті обертання 700 хв⁻¹ розрахункова термомеханічна швидкість плавлення інструментом діаметром 46 мм складе – 1,2 м/год; 59 мм – 1,0 м/год; 76 мм – 0,84 м/год; 93 мм – 0,74 м/год; 269 мм – 0,46 м/год.

Результати розрахунків в узагальненому вигляді, що наведено на рис. 7, справедливі для термомеханічного інструменту діаметром 59 мм.

У ході аналітичних досліджень термомеханічної технології ізоляції поглинаючих горизонтів бурових свердловин ТПКМ встановлено, що:

- розроблена математична модель адекватно описує теплофізичні процеси, які відбуваються у свердловині при плавленні ТПКМ. При цьому розбіжність між результатами аналітичних і стендових досліджень не перевищила 10%;

- з урахуванням теплофізичних характеристик ТПКМ та інструменту визначено термомеханічну швидкість плавлення ТПКМ і закономірність поширення те-

температури в ТПКМ, а також алгоритм та інженерну методику визначення режимних параметрів термомеханічної технології ліквідації поглинання промивальної рідини.

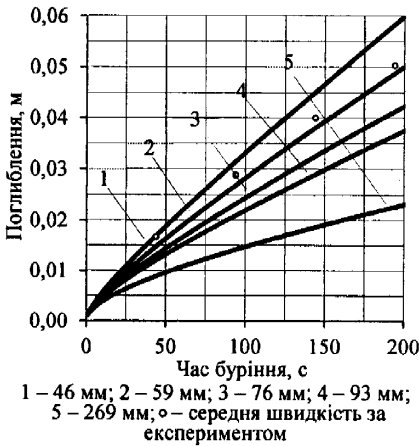


Рисунок 6 – Розрахункова залежність зміни глибини термомеханічного плавлення свердловини в часі від розмірів інструменту

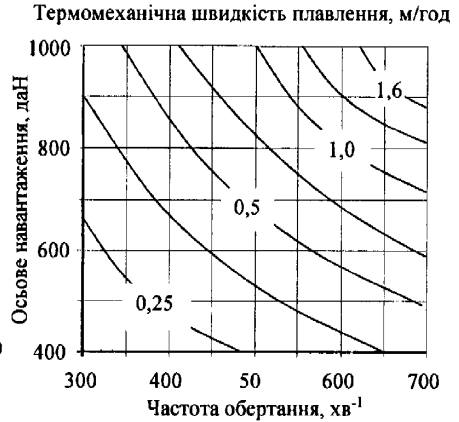


Рисунок 7 – Розрахункова залежність стаціонарної термомеханічної швидкості плавлення ТПКМ від величини режимних параметрів

З урахуванням результатів досліджень фізико-механічних властивостей ТПКМ, наведених у розділі 2, а також результатів стендових і аналітичних досліджень термомеханічних параметрів технології буріння (плавлення) ТПКМ для застосування у свердловинних умовах рекомендовано ТПКМ із співвідношенням компонентів 1:1, у поєднанні з осьовим навантаженням не менше 700 даН при частоті обертання інструменту 700 хв⁻¹.

Четвертий розділ присвячено розробці технологічного регламенту ізоляції поглинаючих горизонтів бурових свердловин із застосуванням ТПКМ.

Розроблена технологічна схема ліквідації поглинань промивальної рідини. Для її реалізації необхідно виконати технологічні операції у такий послідовності: визначити характеристики поглинаючого горизонту; доставити на бурову відповідного діаметра і довжини ТПКМ; транспортувати ТПКМ до поглинаючого горизонту; доставити в зону ускладнення термомеханічний інструмент; здійснити плавлення ТПКМ з одночасним затисненням розплаву в канали поглинання промивальної рідини.

Обґрунтовано область застосування розробленої технології, яка може бути застосована для використання у бурових свердловинах різного цільового призначення, в яких спостерігається інтенсивне або катастрофічне поглинання промивальної рідини, глибина залягання яких не перевищує 8000 м.

Обґрунтовано технологічні режими транспортування ТПКМ по стовбуру

свердловини. Показано, що при збільшенні глибини свердловини, а також температури у свердловині, відбувається підвищення швидкості транспортування брикетів ТПКМ. Відповідно, час транспортування брикетів ТПКМ по стовбуру свердловини на глибину 1000 м складе 0,5 – 0,7 год, а на 8000 м – 2 год, за умови, що діаметр брикетів дорівнюватиме $D_{ТПКМ} = d_{н.і.} - (1...15)$ мм, де $d_{н.і.}$ – діаметр породоруйнуючого інструменту.

Обґрунтовано мінімально допустимі розміри ізоляційної завіси. Показано, що при ліквідації поглинання промивальної рідини у свердловинах діаметром 59 мм (рис. 8) створювана ізоляційна оболонка із застосуванням термомеханічної технології дозволяє протистояти перепаду тиску в системі «свердловина-пласт» величиною понад 100 МПа, при цьому запас міцності ізоляційної завіси перевищить в 2,8 рази необхідні розміри (рис. 9).

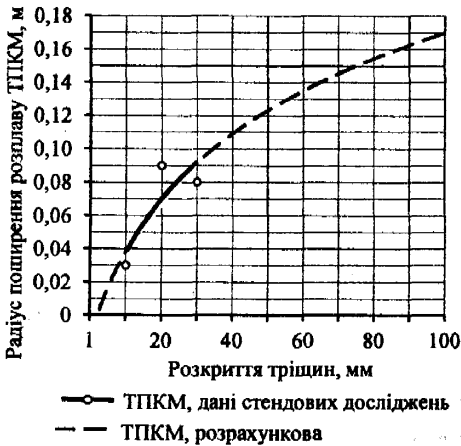


Рисунок 8 – Залежність радіуса поширення розплаву ТПКМ від розкриття тріщин для свердловини діаметром 59 мм

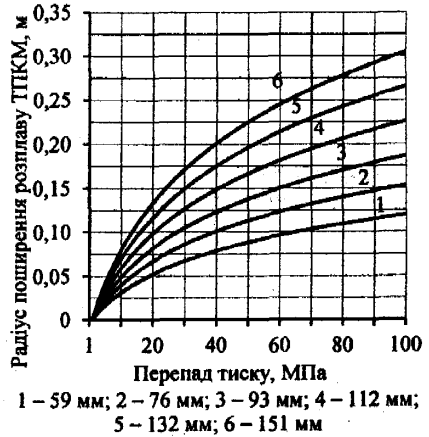


Рисунок 9 – Залежність радіуса поширення розплаву ТПКМ від перепаду тиску в системі «свердловина-пласт»

Залежно від діаметра свердловини та шпаруватості поглинаючого горизонту в зоні поглинання обґрунтовано технологічні параметри і кількість циліндричних брикетів ТПКМ.

Розроблено технологічний регламент ізоляції поглинаючих горизонтів ТПКМ на основі ПЕТ, що діє як нормативний документ у виробничих організаціях Державної служби геології та надр України.

У п'ятому розділі наведено результати дослідно-промислового впровадження технології ізоляції поглинаючих горизонтів бурових свердловин ТПКМ.

Виробничі випробування технології ліквідації поглинання промивальної рідини в непродуктивних горизонтах експлуатаційних гідрогеологічних свердловин із застосуванням ТПКМ проведено в період з 10 по 22 березня 2018 року за

участі персоналу і стандартного бурового устаткування комерційного підприємства ТОВ «Промислово-геологічної групи «Дніпрогідробуд», у населених пунктах Гаврилівка і Романки Покровського району Дніпропетровської області.

У результаті дослідно-промислового впровадження технології ліквідації поглинання промивальної рідини із застосуванням ТПКМ встановлено, що:

- розроблена технологія виготовлення ТПКМ дозволяє її застосовувати в умовах бурової;

- розроблена технологія ліквідації поглинання промивальної рідини ТПКМ із застосуванням стандартного бурового устаткування й інструменту не ускладнює процес ізоляції поглинаючого горизонту від стовбура свердловини, а спрощує його;

- розроблена технологія ліквідації поглинання промивальної рідини ТПКМ за рахунок створення малооб'ємної ізоляційної оболонки навколо стовбура бурової свердловини дозволяє істотно зменшити витрату тампонажних матеріалів у порівнянні з застосуванням традиційних сумішей на цементній основі в десятки разів. Для ліквідації поглинання в умовах ділянки с. Гаврилівка при катастрофічному поглинанні промивальної рідини в свердловині діаметром 269 мм у горизонті, представленого кам'янистою жорсткою потужністю 7 м, витрачено ТПКМ загальною масою 600 кг. В аналогічних умовах ділянки с. Романки при потужності поглинаючого пласта 3 м – 260 кг композиту;

- розроблена термомеханічна технологія ліквідації поглинання промивальної рідини з застосуванням ТПКМ дозволила скоротити витрати часу на ділянках с. Гаврилівка до 15 год, с. Романки – до 8 год. З урахуванням вартості матеріалів, енергоносіїв та часу тампонування сумарні витрати відповідно на першій ділянці склали 24,2 тис. грн, на другій – 12,1 тис. грн (у цінах березня 2018 р.).

Свердловини пробурені до проектної глибини, поглинання промивальної рідини в ізольованих горизонтах не відбувалося.

Розроблена технологія дозволила якісно, з найменшими витратами часу і коштів ізолювати поглинаючий горизонт від свердловинного простору.

Економічний ефект від впровадження розробленого способу тампонування поглинаючих горизонтів із застосуванням ТПКМ складає 1,65 – 2,64 млн грн на рік при обсязі проведення тампонажних робіт у 100 свердловинах.

ВИСНОВКИ

Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, в якій вирішена актуальна наукова задача зі встановлення впливу складу та фізико-механічних властивостей ТПКМ на технологічні параметри вдосконаленої термомеханічної технології ізоляції поглинаючих горизонтів промивальної рідини бурових свердловин, а саме: встановлено оптимальний склад ТПКМ, що забезпечує найвищі фізико-механічні властивості, які лінійно зменшуються зі збільшенням гранулометричного складу та кількості гранульованого наповнювача і втричі зменшуються за експоненціальним законом при перегріванні розплаву понад температуру деформування та при збільшенні кількості плавок; обґрунтовано раціональні режимні параметри термомеханічного плавлення композиційного матеріалу, радіус поши-

рення розплаву якого залежить від розкриття тріщин і носить логарифмічний характер, забезпечуючи товщину ізоляційної оболонки до 100 мм та запас міцності у 2,8 рази при перепаді тиску в системі «свердловина-пласт» у 100 МПа, що дозволило розробити технологічний регламент, який діє як нормативний документ у виробничих організаціях Державної служби геології та надр України, та довести у виробничих умовах працездатність, розробленої на рівні винаходу, удосконаленої технології ізоляції поглинаючих горизонтів, обґрунтувати її параметри і рекомендувати до широкого промислового впровадження.

Основні наукові та практичні результати, висновки та рекомендації виконаних досліджень:

1. Отримала подальший розвиток теорія, що при бурінні в умовах тріщинуватих гірських порід застосування тампонажних сумішей на водній основі з використанням різних мінералів'яжучих і синтетичних речовин досягло своєї межі досконалості. В останні десятиліття роботи з поліпшення властивостей тампонажних матеріалів зводилися до вирішення місцевих завдань, а не усунення головного недоліку – чутливості до розведення водою. В результаті розведення свердловинною рідиною та флюїдом тампонажних сумішей на водній основі відбувається їх седиментація, значні втрати тампонажних матеріалів і часу на усунення поглинання промивальної рідини і, в цілому, здорожчання вартості свердловин більш ніж на 20%. Скоротити ці втрати можливо, якщо для створення ізоляційної оболонки канали поглинання заповнювати розплавом термопластичного матеріалу, який не розчиняється пластовими водами.

2. Обґрунтовано, що застосовувані на сьогоднішній день термопластичні матеріали через недосконалість технологій не знайшли широкого використання як тампонажні матеріали при ізоляції поглинаючих горизонтів бурових свердловин.

3. Розроблено й обґрунтовано рецептуру і підтверджено можливість застосування ТПКМ, базою якого виступають інертні термопластичні побутові відходи на основі вторинного ПЕТ з гранульованим наповнювачем крупністю менше 0,5 мм, у співвідношенні 1:1, що забезпечують: віком 15 хв міцнісні властивості в 5,26 разів вищі за міцність тампонажного каменю на цементній основі віком 7 діб; у діапазоні температур 250 – 300°C розтікання порівняне з розтіканням нормального тампонажного цементного розчину; відсутність проникності тампонажного каменю при перепаді тиску 20 МПа; найвищу міру зносостійкості, та є «дуже абразивним» матеріалом.

4. Теоретично й експериментально показано можливість виготовлення брикетованого ТПКМ. Розроблено технологію виготовлення ТПКМ на основі ПЕТ, яка складається з підготовчого етапу, етапу виготовлення і формування. Обґрунтовано раціональні технологічні режими виготовлення ТПКМ.

5. Розроблено й обґрунтовано технологію ізоляції поглинаючих горизонтів із застосуванням ТПКМ на основі ПЕТ, для реалізації якої необхідно виконати такі технологічні операції: транспортування циліндричних брикетів ТПКМ на 1–15 мм менше діаметра породоруйнуючого інструменту до поглинаючого горизонту бурової свердловини, термомеханічне плавлення ТПКМ при температурі 246°C у зоні поглинання бурової свердловини і задавлювання перегрітого ТПКМ

з температурою розплаву 280 – 300°C у канали поглинання. Спосіб ізоляції поглинаючих горизонтів із застосуванням ТПКМ на основі ПЕТ захищено патентами України №№110471, 110472.

6. На підставі експериментальних і теоретичних досліджень обґрунтовано раціональну сферу застосування розробленої технології, а також умови ізоляції поглинаючих горизонтів.

7. У ході експериментальних і теоретичних досліджень обґрунтовано раціональні технологічні режими свердловинного термомеханічного плавлення ТПКМ на основі ПЕТ. Розроблений ТПКМ рекомендується застосовувати у свердловинних умовах у поєднанні з осьовим навантаженням не менше 700 даН при частоті обертання інструменту 700 хв^{-1} .

8. На підставі аналітичних досліджень складено математичну модель температурного поля, що описує процес теплопередачі при термомеханічному плавленні ТПКМ у зоні ускладнення бурової свердловини.

9. Виконано оцінку і доведено економічну ефективність застосування технології ізоляції поглинаючих горизонтів ТПКМ на основі ПЕТ. Вартість проведення технологічних операцій, пов'язаних з тампонуванням поглинаючих горизонтів, у порівнянні з цементуванням може бути знижено на 16,5...26,4 тис. грн на одну операцію.

10. Встановлено необхідні технологічні параметри тампонування та радіальні розміри ізоляційної оболонки, що дало можливість обґрунтувати і розробити «Технологічний регламент ізоляції поглинаючих горизонтів ТПКМ на основі ПЕТ», що діє як нормативний документ у виробничих організаціях Державної служби геології та надр України.

11. Результати виконаного в дисертаційній роботі комплексу теоретичних і експериментальних досліджень знайшли практичне застосування при дослідно-промисловому впровадженні технології ліквідації поглинання промивальної рідини ТПКМ в умовах комерційного підприємства ТОВ «Промислово-геологічної групи «Дніпрогідробуд».

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації.

1. Kuzin J., Mostinets O., Sudakova D., Isakova M. Isolation technology for swallowing zones by thermoplastic materials on the basis of polyethyleneterephthalate. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2017. no.1(157). p. 34–39. (Фахове видання, включене до наукометричної база Scopus).

2. Sudakov A., Dreus A., Khomenko O., Sudakova D. Analitic study of heat transfer in absorbing horizon of boreholes in the formation of protection cryogenic plugging material. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2017. no. 3(159). p. 38–42. (Фахове видання, включене до наукометричної база Scopus).

3. Кузин Ю. Л., Судакова Д. А. О возможности применения бытовых отходов для изоляции поглощающих горизонтов буровых скважин. *Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения*. 2016. Вып. 19. С. 92–96.

4. Судакова Д. А. Нетрадиционная технология борьбы с поглощением буровых растворов в скважинах. *Вісті Донецького гірничого інституту*. 2017. №1. С. 227–233.

5. Судакова Д. А. Механические свойства тампонажного термопластичного материала на основе полиэтилентерефталата. *Вісті Донецького гірничого інституту*. 2017. №2. С. 107–116.

6. Судакова Д. А. Результаты стендовых исследований термомеханической технологии изоляции поглощающих горизонтов тампонажными термопластичными композиционными материалами. *Збірник наукових праць НГУ*. 2018. Вип. 54. С. 285 – 298.

Тези наукових конференцій.

7. Isakova M. Sudakova D. Thermoplastic materials on the basis of polyethyleneterephthalate. *The 11th International Forum for Students and Young Researchers*, (Dnipropetrovsk, april 2016). Dnipropetrovsk: НГУ, 2016. – р. 62.

8. Кузин Ю. Л. Судакова Д. А. Инновационное развитие технологий ликвидации поглощения промысловых жидкостей при бурении скважин. *Інновацій та трансфер технологій: VII науково-практична конференція (Дніпропетровськ, травень 2016 р.)* Дніпропетровськ: НГУ, 2016. – С 84-86.

9. Судакова Д. А. Нетрадиционная технология борьбы с поглощением буровых растворов в скважинах. *Технології и процеси в гірництві та будівництві: 5-а Міжнародна науково-практична конференція (Покровськ, травень 2017 р.)* Покровськ: 2017. С. 227 – 233.

10. Судакова Д. А. Результаты анализа технологий тампонирования поглощающих горизонтов буровых скважин. *Школа підземної розробки: XI Міжнародна науково-практична конференція (Бердянськ, вересень 2017 р.)* Бердянськ: НГУ, 2017. С. 101– 102.

11. Кузин Ю. Л., Судакова Д. А. Термомеханічний спосіб тампонування проникних горизонтів бурових свердловин. *Породоразрушаючий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: XVIII Международная конференция (Трускавец, сентябрь 2017 г.)* Трускавец: ІНМ, 2017. С. 98 – 102.

12. Кузин Ю. Л., Судакова Д. А., Лукьяненко М. В. Результаты исследований механических свойств тампонажного термопластичного композиционного материала на основе полиэтилентерефталата. *Форум горняков – 2017: материал международной научно-технической конференции (Днепр, октябрь 2017 г.)* Днепр: НГУ, 2017. С. 242-247.

13. Дреус А. Ю., Судакова Д. А. Моделирование тепловых процессов в технологии приготовления тампонажного термопластичного композиционного материала. *Теплотехника, энергетика и экология в металлургии: XVIII Международная конференция (Днепр, октябрь 2017 г.)* Днепр: 2017. – С. 213-216.

14. Судакова Д. А. О возможности применения бытовых отходов в качестве тампонажного термопластичного материала. *Молодь: наука та інновації – 2017: П'ята всеукраїнська науково-технічна конференція студентів, аспірантів і молодих учених (Дніпро, 28 – 29 листопада 2017 р.)* Дніпро: 2017. С. 34–35.

15. Судакова Д. А. Результаты внедрения технологии изоляции поглощающих горизонтов тампонажными термопластичными композиционными материалами. *Нафтогазова галузь: перспективи нарощування ресурсної бази: Міжнародна науково-технічна конференція (Івано-Франківськ, травень 2018 р.)* Івано-Франківськ, 2018. С. 217-220.

Патенти та корисні моделі.

16. Пат. 106505 Україна, МПК Е 21 В 33/10. Тампонажна суміш. Судаков А. К., Кузін Ю. Л., Судакова Д. А. №u201511128; заявл. 12.11.2015; опубл. 25.04.2016; Бюл. №8.

17. Пат. 106990 Україна, МПК Е 21 В 33/10. Спосіб тампонування свердловин. Судаков А. К., Кузін Ю. Л., Судакова Д. А. №u201512670; заявл. 21.12.2015; опубл. 10.05.2016; Бюл. №9.

18. Пат. 108791 Україна, МПК Е 21 В 33/10; С 09 К 8/50. Тампонажно-будівельний матеріал. Судаков А. К., Кузін Ю. Л., Мостинець О. Н., Судакова Д. А. №u201601991; заявл. 29.02.2016; опубл. 25.07.2016; Бюл. №14.

19. Пат. 110442 Україна, МПК Е 21 В 33/10; С 09 К 8/50. Тампонажно-будівельний матеріал. Судаков А. К., Кузін Ю. Л., Мостинець О. Н., Судакова Д. А. №u201603520; заявл. 04.04.2016; опубл. 10.10.2016; Бюл. №19

20. Пат. 110471 Україна, МПК Е 21 В 33/10. Спосіб тампонування свердловин. Судаков А. К., Кузін Ю. Л., Дреус А. Ю., Судакова Д. А. №u201603802; заявл. 08.04.2016; опубл. 10.10.2016; Бюл. №19.

21. Пат. 110472 Україна, МПК Е 21 В 33/10. Спосіб транспортування тампонажного матеріалу / Судаков А. К., Кузін Ю. Л., Судакова Д. А. №u201603803; заявл. 08.04.2016; опубл. 10.10.2016; Бюл. №19.

22. Пат. 118391 Україна, МПК Е 21 В 33/10. Термомеханічний спосіб тампонування проникних горизонтів бурових свердловин. Судаков А. К., Кузін Ю. Л., Дреус А. Ю., Судакова Д. А. №u201700565; заявл. 20.01.2017; опубл. 10.08.2017; Бюл. №15.

АНОТАЦІЯ

Судакова Д.А. Обґрунтування параметрів технології ізоляції поглинаючих горизонтів бурових свердловин. – Кваліфікаційна наукова праця 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, 2018.

У дисертаційній роботі на підставі результатів теоретичних, експериментальних і виробничих досліджень вирішено актуальну наукову задачу, що полягає у встановленні закономірностей зміни осьового навантаження та частоти обертання при обґрунтуванні режимних параметрів ефективної термомеханічної технології ізоляції поглинаючих горизонтів від середньої межі міцності на одновісне стискання залежно від: складу композиту, співвідношення компонентів та виду наповнювача; температури перегріву розплаву, щільності, часу твердіння та кількості плавок тампонажного термопластичного композиційного матеріалу, розплаву яких, проникаючи в канали поглинання з наступною зміною агрегатного стану,

утворює малооб'ємну, але міцну ізоляційну оболонку навколо стовбура бурової свердловини.

Результати виконаного в дисертаційній роботі комплексу теоретичних і експериментальних досліджень знайшли практичне застосування при дослідно-промисловому впровадженні технології ліквідації поглинання промивальної рідини у виробничих умовах.

Ключові слова: буріння свердловин, ізоляція, поглинаючий горизонт, розплав, тампонажні матеріали.

АННОТАЦИЯ

Судакова Д.А. Обоснование параметров технологии изоляции поглощающих горизонтов буровых скважин. – Квалификационный научный труд 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, 2018.

Для ликвидации поглощения промывочной жидкости применяются недостаточно эффективные тампонажные материалы. Основным недостатком этих материалов является то, что они обладают большой чувствительностью к разбавлению водой. Происходит разубоживание, седиментация тампонажных растворов, что приводит к повышению времени схватывания, растеканию на значительные расстояния от скважины и, как следствие, ведет к перерасходу тампонажных смесей, необходимости повторения операций по тампонированию.

Для решения этой актуальной научной задачи в диссертационной работе на основании результатов теоретических, экспериментальных и производственных исследований дано решение актуальной задачи, заключающейся в установлении закономерностей изменения осевой нагрузки и частоты вращения при обосновании режимных параметров эффективной термомеханической технологии изоляции поглощающих горизонтов от среднего значения предела прочности на одноосное сжатие в зависимости от: состава композита, соотношения компонентов и вида наполнителя; температуры перегрева расплава, плотности, времени отвердевания и количества плавок тампонажного термопластичного композиционного материала, расплав которых, проникая в каналы поглощения с последующим изменением агрегатного состояния, образует малообъемную, но прочную изоляционную оболочку вокруг ствола буровой скважины.

Впервые обоснована и доказана возможность применения в качестве ТПКМ инертных термопластичных бытовых отходов на основе ПЭТ. В результате лабораторных исследований физико-механических свойств: разработана рецептура ТПКМ для изоляции поглощающих горизонтов буровых скважин; обоснована необходимость введения в состав ТПКМ наполнителя; определены вид и оптимальная концентрация наполнителя.

Впервые обоснована и доказана возможность термомеханического плавления в зоне осложнения буровой скважины ТПКМ, основанная на применении вторичного ПЭТ. Разработана и обоснована технология изоляции поглощающих горизонтов.

На основании экспериментальных и теоретических исследований обоснована рациональная область применения разработанной технологии. Впервые в ходе теоретических, лабораторных и стендовых исследований обоснованы рациональные технологические режимы изготовления и скважинного термомеханического плавления ТПКМ на основе вторичного ПЭТ.

Получила дальнейшее развитие теоретически обоснованная и экспериментально подтвержденная математическая модель температурного поля. Впервые установлена зависимость проникающей способности ТПКМ на основе ПЭТ от раскрытия трещин в поглощающем горизонте. Установлена зависимость изменения температуры в ТПКМ от величины режимных параметров термомеханического плавления.

Результаты выполненного в диссертационной работе комплекса теоретических и экспериментальных исследований нашли практическое применение при опытно-промышленном внедрении технологии ликвидации поглощения промысловой жидкости ТПКМ, проведенных в условиях коммерческого предприятия ООО Промышленно-геологической группы «Днепрогидрострой».

Все вышеизложенное дало возможность разработать «Технологический регламент изоляции поглощающих горизонтов ТПКМ на основе ПЭТ», действующий как нормативный документ в производственных организациях Государственной службы геологии и недр Украины.

Ключевые слова: бурение скважин, изоляция, поглощающий горизонт, расплав, тампонажные материалы.

ABSTRACT

Sudakova D.A. Substantiation of parameters of technology insulation of absorbing horizons of boreholes. - Qualification scientific work as a manuscript.

Thesis for a Candidate of Technical Sciences degree on a speciality 05.15.10 «Drilling of holes».- Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, 2018.

In the dissertation work on the basis of the results of theoretical, experimental and industrial research, a solution is given to the actual problem consisting in establishing the regularities of the change and justifying the regime parameters of the thermomechanical technology of insulation of the absorbing horizons from the composition of the thermoplastic composite material on the basis of inert thermoplastic domestic waste, which as a binder material is a secondary polyethyl entherephthalate, whose melt, penetrating into the absorption channels with subsequent changes in the aggregate state, forms a small volume, but strong insulation shell around the borehole.

The results of the complex of theoretical and experimental researches executed in dissertation work found practical application at experienced-industrial introduction of technology of liquidation of absorption of washing liquid in productive terms.

Keywords: absorbing horizon, insulation, melt, plugging materials, well drilling,