

© А.В. Павличенко, А.О. Ігнатов, І.К. Аскеров
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ СПОРУДЖЕННЯ СВЕРДЛОВИН ТА ЇХ ЕКОЛОГІЧНОЇ СКЛАДОВОЇ

© A. Pavlychenko, A. Ihnatov, I. Askerov
Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

ISSUES OF IMPROVING WELL CONSTRUCTION PROCESSES AND THEIR ENVIRONMENTAL COMPONENT

Мета. Послідовний аналіз комплексних питань технічних і технологічних складових циклу спорудження свердловин з огляду на необхідність забезпечення досягнення високих техніко-економічних показників за одночасного дотримання обмежувальних норм екологічного захисту оточуючого середовища та техногенної безпеки.

Методика дослідження. Аналітичні та лабораторні дослідження особливостей створення і реалізації прогресивної комплексної гідравлічної програми очищення вибою і стовбура споруджуваної свердловини виконано із застосуванням сучасних методів аналітичного аналізу і експериментальних досліджень, зокрема шляхом використання загальних принципів математичного та фізичного моделювання, методик обробки результатів досліджень у середовищі EXCEL, MATHCAD, контрольно-вимірювальних приладів і матеріалів. Протікання свердловинних бурових циркуляційних процесів моделювалось на експериментальних свердловинах навчального бурового полігону Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» із застосуванням бурової установки УКБ-4П та відповідного допоміжного інструменту й обладнання.

Результати дослідження. Розглянуто ключові питання організації циклу спорудження свердловин різного призначення. Вивчено особливості застосування спеціальних технологічних рідин на різних етапах комплексного процесу отримання в гірському масиві надійного каналу сполучення із глибинним покладом у вигляді свердловини. Проаналізовано сутність окремих операцій при промиванні, кріпленні та цементуванні стовбура свердловини. Представлено результати досліджень технологічних властивостей глинистих промивальних рідин, оброблених спеціальними хімічними реагентами. Наведено конкретні приклади підходів до забезпечення виконання свердловинних технологічних операцій. Обґрунтовано необхідність дотримання норм екологічної безпеки.

Наукова новизна. Відповідно до мети досліджень, лабораторними методами вивчення встановлено існування кореляційного зв'язку між концентрацією поверхнево-активних речовин (на прикладі сульфонолу і диталану) та показниками технологічних властивостей бурових промивальних рідин, а саме в'язкості і водовіддачі. Зазначені характеристики змінюються в бік збільшення, або зменшення, що відповідає наявності, або відсутності, фоновому вуглецевому реагенту. Тим самим змінюється характер взаємодії промивальних рідин із стінками стовбура свердловини, причому його позитивність проявляється в ефекті гідрофобізації та мінімальному впливі на оточуюче середовище.

Практичне значення. Представлене в роботі логічне і послідовне вивчення питань впливу окремих складових процесів промивання, кріплення і цементування на загальні показники спорудження свердловин дозволяє оцінити потенційні напрямки проведення досліджень з удосконалення циклів розробки родовищ корисних копалин. Процеси технологічного циклу

спорудження свердловин різного призначення та інших суміжних робіт, розглянуто на підставі забезпечення виконання екологічних норм захисту.

Ключові слова: *свердловина, промивальна рідина, гірська порода, екологічна безпека, та мпонажний цемент, вибій, робочий цикл, хімічний реагент, буровий шлам, вуглеводні.*

Вступ. Саме процеси спорудження свердловин виступають найголовнішим чинником сталого функціонування геологорозвідувальної і видобувної галузей виробничого сектору розвинутих економік. Без спорудження свердловин, до прикладу, неможливо проведення більшості робіт з будівництва цивільних і промислових споруд, а також інженерних комунікацій. Широкий перелік видів видобувних корисних копалин і геологічних чинників їх знаходження в надрах, значне різноманіття умов проведення інженерно-будівельних бурових робіт, визначають необхідність застосування різних за основним змістом технологій та технічних засобів, а також режимних параметрів відпрацювання останніх [1].

Порівняно велика потреба у спорудженні значної кількості свердловин вимагає раціоналізації відповідних процесів отримання в гірському масиві означених специфічних гірських виробок, що переконливо підтверджується численними науково-практичними роботами і дослідженнями в області бурової справи. Перед свердловинами, як інженерними спорудами, стоїть програма виконання певних геолого-технічних завдань, що полягають в отриманні зразків гірських порід у вигляді кернів, створенні надійного і довговічного каналу сполучення із покладом корисних копалин різних генетичних груп, необхідності вирішення проблематики вивчення і підготовки територій під будівництво інфраструктурних комплексів та комунікацій [2].

Відповідно до означеного, неможливо уявити собі подальший сталий розвиток нафтової і газової промисловості, а також геологорозвідувальної, будівельної та інших суміжних, без застосування бурових свердловинних технологій. Виключно свердловини відіграють вирішальну роль в результативності проведення пошуково-розвідувальних робіт, оскільки дозволяють максимально коректно дати відповідь на питання існування, як такого, та перспективності освоєння конкретного глибинного покладу копалин. Керни (стовпчики гірської породи) з бурових свердловин є незамінним матеріалом для вивчення різноманітних фізико-механічних характеристик геологічного розрізу, а також дають можливість здійснити оцінку широкого спектру властивостей – від літологічних та хіміко-мінералогічних до гідродинамічних та колекторських. Розв'язання подібного завдання вимагає від технологів-проектувальників розробки такого регламенту реалізації бурових та інших їх логічно супроводжуваних робіт, що забезпечить виконання поставлених завдань геологічного, геохімічного, фізико-хімічного, еколого-природного, еколого-техногенного та інших класів змістовної приналежності. Вельми обтяжує досягнення вирішення поставлених задач складність самого циклу спорудження свердловин із суворими екологічними обмеженнями щодо багатьох його окремих складових, а також постійно зростаючі їх глибини (які перевищили відмітку в 6 км), що автоматично супроводжується, окрім іншого, проявом значних величин пластових тисків та температур [3].

Таким чином, раціонально побудований і вивіреним, комплексний процес пошуку, розвідки та сталого промислового відпрацювання різноманітних родовищ корисних копалин обов'язково повинен базуватися: на залученні до глибокого понятійного аналізу попередньої геолого-літологічної інформації; на свідомому оперуванні основними категорійними поняттями про процеси спорудження свердловин, та їх невід'ємної екологічної складової, із максимально можливими техніко-економічними показниками.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. На даний час опубліковано та знаходиться у вільному доступі значне число науково-практичних робіт й примірників виробничої інформації стосовно широкого кола аспектів спорудження свердловин та суміжних ним сфер. Немає жодної потреби доводити, що цикл спорудження свердловин носить у вищій мірі комплексний характер, оскільки включає в себе вагому кількість технологічних операцій, укрупнено пов'язаних із необхідністю забезпечення означеного виробничого ланцюгу технічними засобами та технологічним оснащенням, а також відповідними інструментами і розмаїтими матеріалами [4].

Серед великого числа найбільш значущих, та таких, які мають стрижневий вплив на ефективність побудови систем розробки конкретного родовища, із якомога повним дотриманням норм екологічної безпеки, відносяться операції зі здійснення очищення та кріплення (цементування) стовбура свердловини [5].

При реалізації операцій спорудження свердловин, пов'язаних із очищенням останньої за буріння, кріплення та цементування, використовують промивальні рідини (або за більш загальною назвою – бурові очисні агенти), що являють собою складні фізико-хімічні дисперсні системи, складові яких характеризуються сильно розвиненими поверхнями розділу фаз; вказане, власне, і визначає можливість ефективного здійснення, до прикладу, процесу руйнування гірського масиву, транспортування шламу з вибою свердловини на поверхню, закріплення нестійких стінок свердловини [6]. Обґрунтований вибір типу промивальної рідини із певними технологічними показниками, який найбільш повно підходить до кожного конкретного випадку геолого-технічних умов буріння, повинен здійснюватися з урахуванням вимог щодо необхідності виконання своїх функцій свердловинним циркуляційним середовищем. Досягнути зазначеного можна, в тому числі, на підставі вивчення поведінки промивальних рідин при їх обробці спеціальними реагентами та активуванні для них окремих властивостей, причому, за дотримання екологічної безпеки.

Процеси кріплення і цементування свердловин можна класифікувати як набірні з численного ряду взаємопов'язаних робіт, скерованих на отримання надійного каналу зв'язку із земними надрами. Вони супроводжуються застосуванням промивальних, буферних а також тампонажних рідин або розчинів, які, внаслідок необхідності створення ними певних технологічних свердловинних характеристик та умов, повинні містити в своєму складі хімічні компоненти у вигляді, наприклад, поверхнево-активних речовин (ПАР). Такі речовини, окрім свого прямого призначення, в якості дієвих регулювальників властивостей оброблюваних середовищ, можуть проявляти схильність до впливу на оточуюче

середовище на різних етапах свого застосування. Вказане повинно бути на принагідному рівні проаналізовано та потребує вжиття заходів для нівелювання впливу на кожному етапі спорудження свердловин [7].

Позначені питання перебувають в колі уваги фахівців Національного технічного університету «Дніпровська політехніка», роботами яких показані шляхи вирішення конкретних питань підвищення технологічності та безпечності, з позицій екологічної науки, отримання специфічних гірських виробок класу свердловин в гірському масиві [8].

Мета статті полягає у вивченні теоретичних основ, технологічних схем та методик реалізації циркуляційних процесів, на різних етапах спорудження свердловин, із кінцевим отриманням виробничо-придатних та еколого-безпечних норм регламенту розробки родовищ корисних копалин.

Обґрунтування вживання і опис вибраної автором методики. Аналітичні та лабораторні дослідження особливостей створення і реалізації прогресивної комплексної гідравлічної програми очищення вибою і стовбура споруджуваної свердловини виконано із застосуванням сучасних методів аналітичного аналізу і експериментальних досліджень, зокрема шляхом використання загальних принципів математичного та фізичного моделювання, методик обробки результатів досліджень у середовищі EXCEL, MATHCAD, контрольно-вимірювальних приладів і матеріалів [9].

Протікання свердловинних циркуляційних процесів моделювалось на експериментальних стендах навчального бурового полігону Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» із застосуванням бурового верстату ЗІФ-650М та бурової установки УКБ-4П, а також відповідного бурового і допоміжного інструменту і вимірювальних приладів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Така складова процесу спорудження свердловини, як промивання вибою і стовбуру останньої, являється, без перебільшення, найвідповідальнішою операцією. Причому призначенням промивання є не лише класичне очищення вибою і стовбуру споруджуваної свердловини від частинок зруйнованої інструментом породи та його охолодження; воно значно ширше, а саме: запобігання порушення цілісності стінок стовбура свердловини та зменшення їх проникності шляхом утворення фільтраційних кірок; попередження надходження до свердловини нафти, газу та води (унеможливлення флюїдопроявів); змащування окремих свердловинних інструментів та деталей обладнання; утримання частинок розбуреної породи (шламу) у зваженому стані під час раптового припинення циркуляції; передача гідравлічної енергії турбобуру або гвинтовому двигуну та деякі інші. Виходячи зі змісту перелічених функцій промивальних рідин, до них пред'являються наступні обмежувальні вимоги: рідини не повинні чинити шкідливого впливу (корозія, абразивне зношування тощо) на бурильний інструмент та вибійні двигуни; рідини повинні легко прокачуватися та очищатися від шламу та газу; рідини повинні бути зручними в приготуванні та очищенні (регенерації) із метою їх повторного застосування в замкнутих системах циркуляції (рис. 1), а їх рецептури містити відносно не дорогі та не дефіцитні компоненти; рідини повинні бути безпечними при приготуванні та не чинити шкідливий вплив на навколишнє середовище [5].

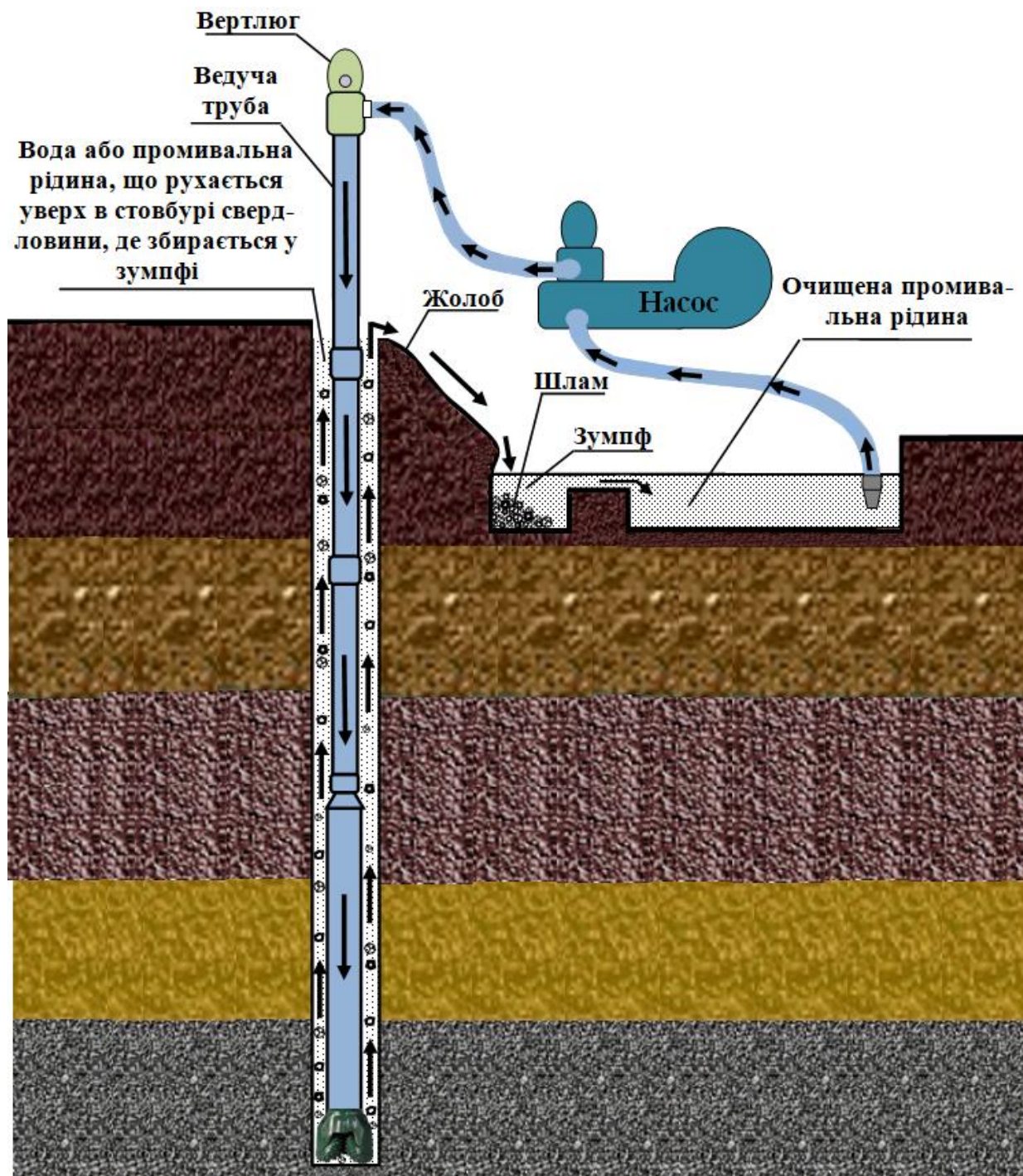


Рис. 1. Схематичне зображення замкнутої схеми циркуляції промивальної рідини на буровій ділянці

При обертальному бурінні нафтових та газових свердловин (і не тільки) у якості промивальних рідин можуть бути застосовані: очисні агенти на водній основі (технічна вода, природні промивальні рідини, а також глинисті та неглинисті промивальні рідини); очисні агенти на вуглеводневій основі та різноманітні емульсії; полімерні промивальні рідини [7].

Кріплення і наступне цементування завершених буріння свердловин, або їх окремих інтервалів, полягає в спуску металічної (в окремих випадках виготовленої з інших матеріалів) обсадної колони та закачуванні – в утворений зовнішніми

стінками обсадних труб і стінками самої свердловини кільцевий простір – цементного (тампонажного) розчину, який згодом повинен трансформуватися в міцний монолітний цементний камінь [10].

До основних завдань (технологічних і екологічних), які необхідно виконати кріпленням і цементуванням стовбура свердловини, відносяться такі: зміцнення товщ нестійких гірських порід, ізоляція поглинаючих горизонтів, запобігання міжпластових перетікань флюїдів, створення каналу для транспортування корисних копалин від покладу до поверхні, захист обсадних труб від агресивного впливу пластових вод, запобігання деформації труб [11].

Найбільш часто звертаються до так званої прямої схеми цементування, за якої тампонажний розчин закачується всередину обсадної колони, після чого проводиться його витиснення у простір між колоною та стінками свердловини.

Виконання задач означених етапів спорудження свердловин – на якісно високому рівні – потребує спрямованого і послідовного застосування на різних їх стадіях спеціальних технологічних рідин (промивальні, буферні, тампонажні розчини тощо). Метою вказаного є досягнення досконалості робіт зі створення транспортного каналу, що не потребує наступного проведення додаткових ремонтно-виправних робіт, які є досить характерним явищем сучасної технології спорудження та експлуатації свердловин [12].

Спеціальні технологічні рідини відрізняє комплексний хімічний склад, компонентами якого є різні активні сполуки, що потенційно можуть чинити негативний вплив на навколишнє оточуюче середовище.

Глинисті розчини (суспензії глини у воді) являються найпопулярнішими промивальними рідинами; їх отримують з порошкоподібних або комових глин у спеціальних пристроях (іноді розглядувані розчини утворюються в свердловині з розбурбованих глин). Глинисті промивальні рідини, на відміну від технічної води, відрізняються наявністю для них підвищених показників в'язкості, що дозволяє їм ефективно транспортувати з вибою зруйновану інструментом гірську породу та суттєво знижувати або повністю виключати явище поглинання. Глинисті промивальні рідини, відповідної якості і властивостей, також здатні утворювати в стовбурі свердловини невеликої товщини ущільнений шар – фільтраційну кірку, що перешкоджає проникненню фільтрату в стінки свердловини – гірські породи, виключаючи таким чином їх активне насичення водою із відповідними негативними наслідками.

Для належного виконання своїх функцій, промивальні рідини, у вигляді глинистих розчинів, повинні володіти певними показниками технологічних властивостей, а саме в'язкості (рухливість) та водовіддачі (здатність розчину віддавати воду глинистим та пористим гірським породам) [13].

Кероване регулювання властивостей рідин є обов'язковим елементом технологічного регламенту реалізації промивання свердловин, оскільки ефективне виконання покладених на промивальну рідину функцій можливе лише за дотримання для неї певних показників.

При отриманні глинистих розчинів керуються, здебільшого, вимогами щодо необхідної для них густини, що може бути досягнуто на підставі наявності

підвищеного вмісту твердої фази (глинопорошку). Додавання глинопорошку до розчину закономірно викликає не тільки зростання густини, а також і в'язкості, що значно підвищує гідравлічні опори (і разом з цим витрати потужності) при прокачуванні такої промивальної рідини. Найбільш застосовуваним в практиці спорудження свердловин понижувачем в'язкості виступає вуглелужний реагент (ВЛР), який також зменшує водовіддачу та статичну напругу зсуву (СНЗ) промивальних рідин. Додатково підвищити результативність застосування глинистих промивальних рідин із недопущенням порушення цілісності стовбура свердловин в товщі глинистих порід можна введенням до рецептури рідин деяких ПАР, а саме сульфону та диталану (означені речовини будуть виступати додатковими гідрофобізаторами) [14].

Нами були проведені лабораторні дослідження впливу добавок деяких широко застосовуваних хімічних реагентів на технологічні властивості глинистих (бентонітових) промивальних рідин; в якості дисперсійного середовища застосовувалася дніпровська водопровідна вода; в процесі досліджень вимірювалися умовна в'язкість (T , с) та водовіддача (B , см³/30 хв).

На рис. 2 представлено результати лабораторного вивчення наслідків обробки глинистої промивальної рідини ВЛР та сульфону.

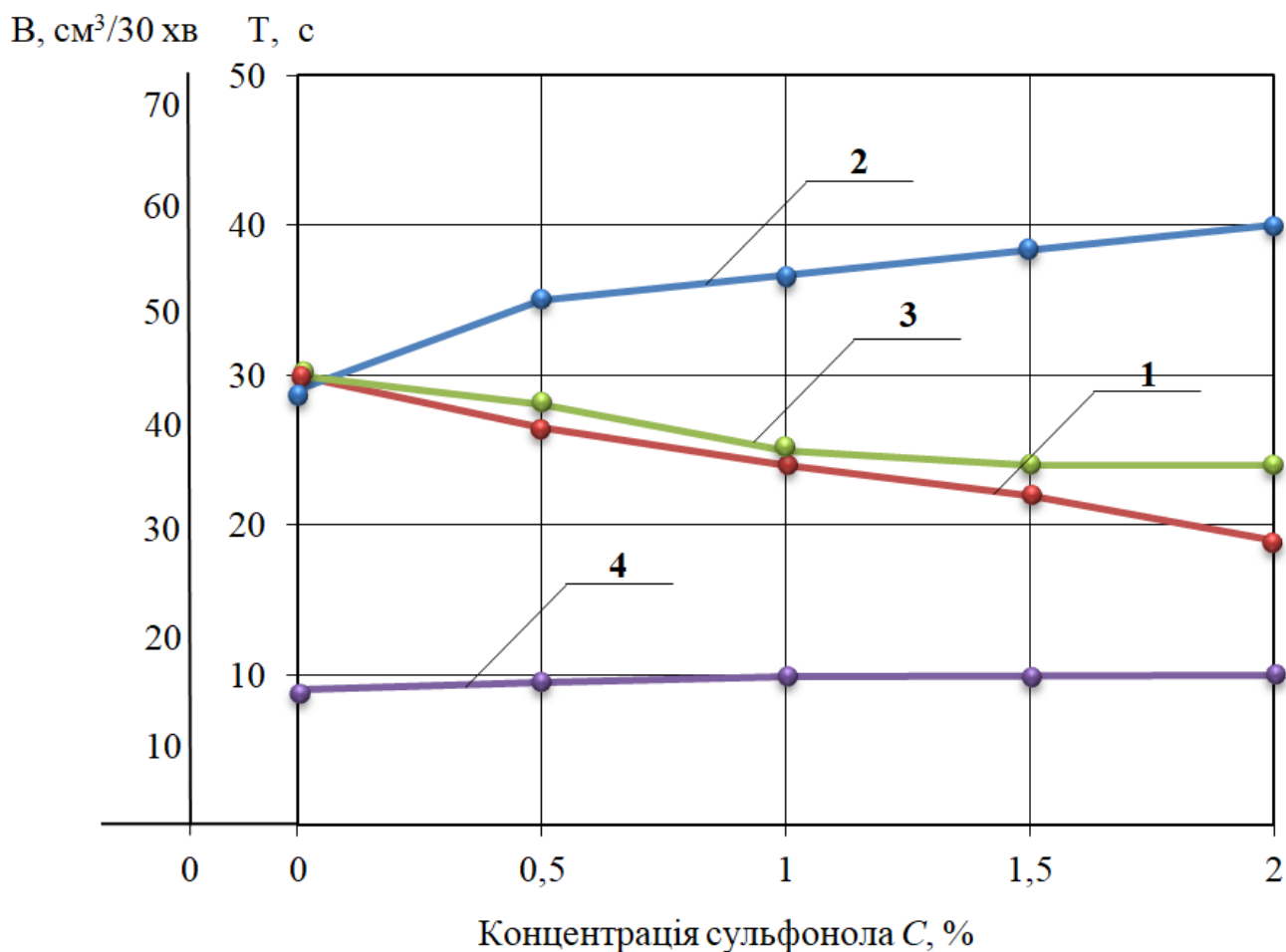


Рис. 2. Графічна залежність зміни властивостей глинистих промивальних рідин, не оброблених (1, 3) і оброблених (2, 4) ВЛР, від концентрації сульфону

Проводячи аналіз лабораторних даних проведених досліджень (див. рис. 2), можна констатувати, що при додаванні до глинистих промивальних рідин, не оброблених ВЛР, сульфону (концентрація до 2%), спостерігається зменшення умовної в'язкості від орієнтовних 30 до 19 с (1); при додаванні сульфону до глинистої промивальної рідини обробленої ВЛР, навпаки, відбувається збільшення умовної в'язкості від 29 до 40 с (2). Добавка сульфону також сприяє зміні значення водовіддачі глинистих промивальних рідин, не оброблених ВЛР – від орієнтовних 46 до 34 см³ за 30 хв (3), для оброблених коливання показника водовіддачі відбувається на позначці в 15 см³ за 30 хв (4).

Деякі закономірності зміни властивостей глинистої промивальної рідини, при її обробці ВЛР та диталаном, наведено на рис. 3.

В, см³/30 хв Т, с

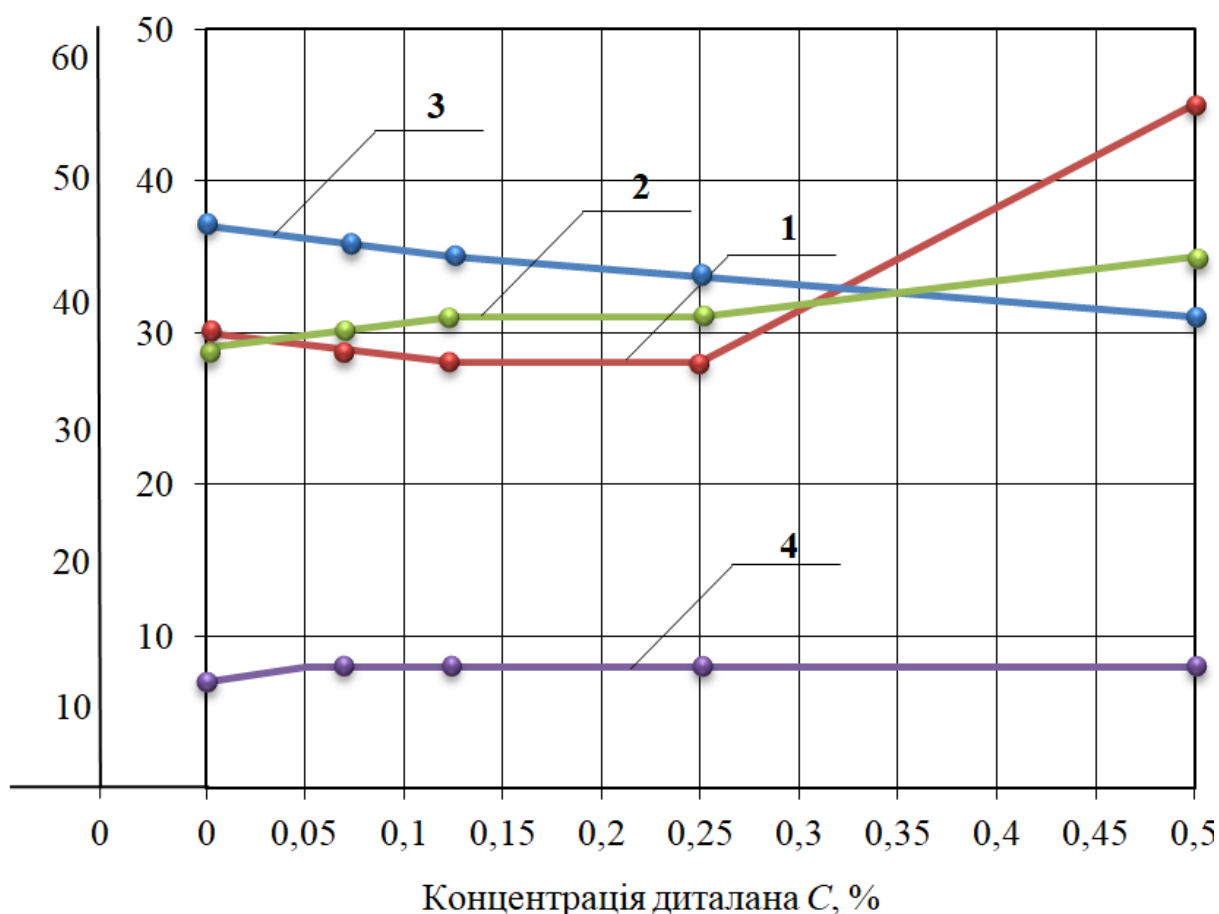


Рис. 3. Результати досліджень зміни властивостей глинистих промивальних рідин, не оброблених (1, 3) і оброблених (2, 4) ВЛР, від концентрації диталану

Дані рис. 3 дозволяють стверджувати, що при додаванні до глинистих промивальних рідин, не оброблених ВЛР, диталану (концентрація до 0,5%), спостерігається суттєве зростання величини умовної в'язкості від орієнтовних 30 до 46 с (1); при додаванні диталану до глинистої промивальної рідини обробленої ВЛР, навпаки, відбувається зменшення умовної в'язкості від 37 до 31 с (2). Добавка диталану також сприяє деякій (незначній) зміні показника водовіддачі глинистих

промивальних рідин, не оброблених ВЛР – від орієнтовних 37 до 43 см³ за 30 хв (3), для оброблених рідин коливання показника водовіддачі відбувається на позначці в 14 см³ за 30 хв (4).

Дієвість застосування розглянутих хімічних речовин полягає в суттєвому зниженні міри фізико-хімічної взаємодії циркулюючих промивальних рідин із стінками свердловини та попередженні порушення їх цілісності [15].

Іншим прикладом використання ПАР можуть слугувати буферні рідини, які застосовуються при виконанні операцій з цементування свердловин. Призначенням таких рідин є збільшення повноти заміщення промивальної рідини в затрубному просторі свердловини цементним (тампонажним) розчином та попередження змішування означених спеціальних технологічних рідин, руйнування глинистих фільтраційних кірок та очищення стінок свердловини разом із місцевими уширеннями стовбура означеної виробки.

До буферних рідин відносять: воду (іноді насичену солями), розчини деяких кислот, дизельне паливо (іноді нафта), розчини ПАР. Буферні рідини дозволяють порівняно ефективно витіснити промивальні рідини зі свердловини; руйнувати та виносити на поверхню фільтраційну кірку, сформовану на стінках свердловини і глинисті шламові пасти з каверн та жолобів; значно підвищують адгезію (зчеплення) цементного каменю до стінок свердловини і обсадних труб.

Таким чином, з наведених відомостей стає очевидним, що застосування різноманітних хімічних речовин при спорудженні свердловин є виробничо-необхідною мірою [16]. Саме тому геолого-технічними проектами на спорудження свердловин необхідно передбачати екологічні попереджувальні заходи, спрямовані на запобігання забруднення всіх складових навколишнього природного середовища (грунтів, поверхневих і підземних вод, атмосферного повітря) промивальними рідинами і хімічними реагентами (ПАР) [17].



Рис. 4. Приклади організації промислових майданчиків при спорудженні свердловин різних груп

Відносно раніше розглянутих техніко-технологічних аспектів [18], заходи з охорони навколишнього природного середовища повинні, окрім іншого, включати: відомості щодо застосування для зберігання відпрацьованих промивальних рідин земляних амбарів з обов'язковою гідроізоляцією їх стінок і днища, а також підготовку площадок-складів хімічних реагентів, поверхня яких повинна бути викладені залізобетонними плитами, що далеко не завжди виконується на буровій ділянці (див. рис. 4).

Крім зазначеного, проектна документація на спорудження свердловин різного призначення, в обов'язковому порядку, повинна містити частини, в яких передбачено розгляд питань проведення ефективної рекультивації відведених під бурову ділянку земель (технічна і біологічна).

Висновки. В представленій роботі вивчені комплексні питання техніко-технологічних аспектів формування в гірському масиві свердловин, причому основна увага приділена вивченню особливостей організації процесів промивання та цементування споруджуваних бурінням означених специфічних гірських виробок. Позначена проблематика розглядається під кутом зору як з позицій забезпечення високих техніко-економічних показників процесу спорудження свердловин, так і з позиції забезпечення дотримання норм екологічного захисту оточуючого середовища та техногенної безпеки.

Перелік посилань

1. Koroviaka, Ye.A. & Ihnatov, A.O. (2020). *Prohresyvnii tekhnolohii sporudzhennia sverdlovyn: monograph*. Dnipro University of Technology.
2. Hossain, M.E., & Al-Majed, A.A. (2015). *Fundamentals of sustainable drilling engineering*. Scrivener publishing.
3. Voitenko, V., & Vitryk, V. (2012). *Tekhnolohiya i tekhnika burinnya*. Center of Europe.
4. Ihnatov, A. (2021). Analyzing mechanics of rock breaking under conditions of hydromechanical drilling. *Mining of Mineral Deposits*, 15(3), 122–129.
<https://doi.org/10.33271/mining15.03.122>
5. Pavlychenko, A.V., Koroviaka, Ye.A., Ihnatov, A.O. & Davydenko, A.N. (2021). *Hidrohazodynamichni protsesy pry sporudzhenni ta ekspluatatsii sverdlovyn: monograph*. Dnipro University of Technology.
6. Ihnatov, A.A., & Stavychnyi, Ye.M., (2021). Neolohichni y tekhniko-tekhnolohichni osoblyvosti kriplennia naftohazovykh sverdlovyn z urakhuvanniam fizyko-khimichnoho stanu yikh stovburiv. *Instrumentalne materialoznavstvo*, 24, 87–102.
7. Aziukovskyi, O.O., Koroviaka, Ye.A., & Ihnatov, A.O. (2023). *Drilling and operation of oil and gas wells in difficult conditions*. Zhurfond.
8. Pavlychenko, A., Ihnatov, A., Koroviaka, Y., Bartashevskyi, S., Korotka, I., & Mekshun, M. (2021). Fundamentals of organizing a hydraulic well cleaning system. *Collection of Research Papers of the National Mining University*, 67, 136–152.
<https://doi.org/10.33271/crpnmu/67.136>
9. Curry, G.L. & Feldman, R.M. (2012). *Manufacturing systems. Modeling and analysis*. Springer.
10. Ihnatov, A.O., & Stavychnyi, Ye.M. (2020). Laboratorni ta promyslovi doslidzhennia protsesu tsementuvannia naftohazovykh sverdlovyn v umovakh tovshch osadovykh porid. *Instrumentalne materialoznavstvo*, 23, 88–103.
11. Stavychnyi, Ye.M., & Ihnatov, A.A. (2019). Osoblyvosti kriplennia stovbura sverdlovyny u khemohennykh vidkladakh. *Porodorazrushayuschiy i metalloobratyivayuschiy instrument-tehnika i tehnologiya ego izgotovleniya i primeneniya*, 22, 164–174.

12. Azar, J.J., & Robello, S.G. (2007). *Drilling Engineering*. PennWell Corporation.
13. Kotskulych, Ya.S., & Tyshchenko, O.V. (2004). *Zakinchuvannia sverdlovyn [Well completion]*. Interpres LTD.
14. Hupalo, O.P., & Tushnytskyi, O.P. (2010). *Orhanichna khimiia [Organic chemistry]*. Znannia.
15. Ihnatov, A.O., Haddad, J., Stavychnyi, Y.M., & Plytus, M.M. (2023). Development and implementation of innovative approaches to fixing wells in difficult conditions. *Journal of the Institution of Engineers (India): Series D*, 104(1), 119–130.
<https://doi.org/10.1007/s40033-022-00402-5>.
16. Koroviaka, Y.A., Mekshun, M.R., Ihnatov, A.O., Ratov, B.T., Tkachenko, Y.S., & Stavychnyi, Y.M. (2023). Determining technological properties of drilling muds. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, (2), 25–32.
<https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-2/025>.
17. Pavlychenko, A. V., Ihnatov, A. O., Koroviaka, Y. A., Ratov, B. T., & Zakenov, S. T. (2022). Problematics of the issues concerning development of energy-saving and environmentally efficient technologies of well construction. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1049(1), 012031.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/1049/1/012031>.
18. Ihnatov, A. O., Koroviaka, Y. A., Pavlychenko, A. V., Rastsvietaiev, V. O., & Askerov, I. K. (2023). Determining key features of the operation of percussion downhole drilling machines. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1254(1), 012053.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/1254/1/012053>

ABSTRACT

Purpose. Consistent analysis of complex issues of technical and technological components of the well construction cycle, taking into account the need to ensure the achievement of high technical and economic indicators while simultaneously complying with restrictive standards of environmental protection and technological safety.

Research methodology. Theoretical and laboratory studies of the features of the use of special process fluids were carried out using modern methods of analytical analysis and experimental research, in particular through the use of general principles of mathematical and physical modeling, methods for processing research results in EXCEL, MATHCAD, instrumentation and materials. The flow of downhole circulation processes was simulated on experimental stands at the training drilling site of the Dnipro University of Technology using a ZIF-650M drilling rig and a UKB-4P drilling rig, as well as corresponding drilling and auxiliary tools.

Research results. The key issues of organizing the construction cycle of wells for various purposes are considered. The features of the use of special technological fluids at different stages of the complex process of obtaining a reliable communication channel in a mountain range with a deep deposit, in the form of a well, have been studied. The essence of individual operations during flushing, securing and cementing a wellbore is analyzed. The results of studies of the technological properties of clay washing liquids treated with special chemical reagents are presented. Specific examples of approaches to ensuring the implementation of well technological operations are highlighted. The need to comply with environmental safety standards is substantiated.

Originality. According to the purpose of the research, laboratory study methods have established the existence of a correlation between the concentration of surfactants (using the example of sulfonol and ditalane) and indicators of the technological properties of drilling fluids, namely viscosity and fluid loss. These characteristics change upward or downward, corresponding to the presence or absence of a background carbon-alkaline reagent. This changes the nature of the interaction of flushing fluids

with the walls of the wellbore, and its positive effect is manifested in the effect of hydrophobization and minimal impact on the environment.

Practical implications. The logical and consistent study of the influence of individual components of the flushing, cementing and cementing processes on the overall performance of well construction, presented in the work, allows us to evaluate potential directions for research to improve the development cycles of mineral deposits. The processes of the technological cycle of constructing wells for various purposes and other related works are considered on the basis of ensuring compliance with environmental protection standards.

Keywords: *well, mud fluid, rock, ecology safety, well cement, bottom hole, operating cycle, chemical reagent, drill cuttings, hydrocarbons.*