

ЧИННИКИ УСПІШНОГО ЗАСТОСУВАННЯ РІДИННИХ ВАНН ДЛЯ ЛІКВІДАЦІЇ УСКЛАДНЕНЬ ПІД ЧАС БУРІННЯ ГЛИБОКИХ СВЕРДЛОВИН

В. М. Чарковський , О. С. Бейзик , В. І. Колісник 

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу;

76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15;

тел. +380(342)72-71-37; e-mail: 0526.nung@gmail.com

Наведено дані комплексного експертного аналізу щодо проблем буріння свердловин у Карпатському нафтогазоносному регіоні за період з 1960-х по 2000-і р.р. Відзначено, що, незважаючи на застосування бурових розчинів з високим ефектом інгібування нестійких порід, можуть виникнути також умови, які вимагатимуть додаткового застосування рідинних ванн з метою зміцнення цих порід. Виконано огляд наукових праць, присвячених проблемі підвищення ефективності застосування рідинних ванн, як для ліквідації прихоплень, так і для зміцнення нестійких порід. Відмічено, що більшість наукових робіт присвячено проблемі досконалості хімічних рецептур рідинних ванн, у той час, як деякі організаційні та техніко-технологічні проблеми залишилися поза увагою дослідників. Як результат, у статті послідовно описано повний комплекс робіт зі встановлення рідинних ванн - від планування до реалізації на буровій. При цьому аналізуються організаційні, техніко-технологічні чинники та чинник досконалості хімічної рецептури ванни у певних умовах її застосування. Пропонуються деякі напрямки підвищення результативності ліквідації геологічних ускладнень з допомогою рідинних ванн, зокрема, напрямок, пов'язаний із збереженням стійкості ванни у свердловині на час її витримки. Вказано на яких етапах робіт зі встановлення рідинної ванни залучаються додаткові працівники бурової організації, яка їх роль в успішному виконанні виробничих операцій з ліквідації ускладнення та як вони формують тимчасову робочу групу з точки зору проєктного підходу. Запропоновано рівняння, яке визначає основні умови застосування рідинних ванн у свердловині з точки зору економічної доцільності. Для розробки нових хімічних рецептур рідинних ванн як для ліквідації прихоплень, так і для зміцнення нестійких порід запропоновано використовувати класифікацію реагентів за О.В.Аніськовцевим.

Ключові слова: *геологічне ускладнення, прихоплення, стійкість стінок свердловини, рідинна ванна, проєктний підхід в організації.*

Вступ

Для ліквідації деяких видів ускладнень, спричинених геологічними умовами проводки свердловин, застосовують рідинні ванни. Як правило, рідинні ванни застосовують під час виникнення прихоплень бурильної колони від перепаду тиску та у деяких випадках від завалів під час втрати стійкості стовбура свердловини, а також у випадку систематичного порушення стійкості стінок свердловини з метою зміцнення гірських порід і можливості доведення свердловини до проєктної глибини.

Хоча вважається, що якісно підібраний буровий розчин дозволить справитися з більшістю проблем, спричинених складними гірничо-геологічними умовами буріння та кріплення, остаточно відкинути технологію ліквідації вищезгаданих ускладнень з допомогою ванн є передчасним. Про це свідчить комплексний експертний аналіз щодо проблем буріння глибоких свердловин на площах та родовищах Карпатського нафтогазоносного регіону за період з 1960-х по 2000-і роки за промисловими матеріалами, наданими ТзОВ "ДТЕК НАФТОГАЗ". Аналіз показав, що незважаючи на широке використання бурових розчинів з високим ефектом інгібування гірських порід, спостерігається кореляція між збільшенням глибини буріння та виникненням прихоплень і регулярними порушеннями стійкості стінок свердловин. Також, можна навести ще один ранній приклад буріння надглибокої на той час свердловини Аралсор-1 на початку 1960-х років у Казахстані. Незважаючи на застосування малосилікатного бурового розчину з досить високим ефектом інгібування, цю свердловину вдалося довести до завершення тільки завдяки послідовній серії встановлення рідинних ванн на основі силікату натрію. Тобто, рідинні ванни застосовували, додатково і послідовно доповнюючи буровий розчин тими ж хімічними реагентами, але з певною так би мовити технологічною специфікою.

Узагальнюючи ці приклади, можемо припустити, що зі збільшенням глибини буріння нафтогазових свердловин у Карпатському регіоні, можуть виникати ситуації, коли додатково до застосування нових рецептур бурового розчину з високим ефектом інгібування гірських порід прийдеться застосовувати також спеціальні рідинні ванни, які зміцнюватимуть стінки свердловини більш результативно.

Щодо застосування рідинних ванн для ліквідації деяких категорій прихоплень, то на даний час ця технологія зарекомендувала себе як найбільш прийнятна і успішна з існуючих відомих альтернатив.

Наведене вище свідчить про те, що актуальність проблеми підвищення результативності рідинних ванн збережеться також у майбутньому.

Формулювання проблем дослідження

Над проблемою підвищення результативності технологій застосування рідинних ванн для ліквідації ускладнень працювали багато як ві-

тчизняних, так і зарубіжних дослідників. Свій вклад внесли В.Г.Ясов, М.А.Мислюк, О.В.Аніськовцев, М.І.Оринчак, М.М.Оринчакта багато інших. У працях [1-4] викладено результати досліджень щодо нових рецептур рідинних ванн, умов застосування цих рецептур, їх вплив на результативність та ефективність вирішення проблеми, технологічні розрахунки.

Зокрема, у [1] найбільш повно висвітлено питання класифікації та підбору хімреагентів для розроблення нових рецептур ванн з метою ліквідації прихоплень у різних гірничо-геологічних умовах, наведено приклади розрахунків з установавання рідинних ванн для ліквідації прихоплень.

У праці [2] наведено результати розробки нового складу нафтової ванни для ліквідації прихоплень, який володіє мінімальними силами поверхневого натягу на межі "нафта – фільтрат бурового розчину", максимальними інгібуючими та мінімальними реологічними властивостями, що позитивно впливає на збільшення результативності від застосування цієї рецептури.

Праці [3, 4] присвячено розробці та удосконаленню рецептури і технології застосування силікатно-калієвої ванни для забезпечення стійкості стінок свердловини під час буріння у різних гірських породах, схильних до осипань та обвалів.

З огляду цих, а також більшості інших подібних робіт можна зробити висновок, що проблема в основному акцентується на удосконаленні рецептури ванни, тобто її хімічного складу. Такі фактори, як планування робіт, тобто детальне підкріплення кожної частини виробничої операції з установавання ванни відповідними розрахунками, організація робіт на буровій з використанням наявних технічних засобів бурового верстата і забезпеченням відповідними ресурсами, а також встановлення інженерного супроводу відображення у вітчизняній науковій літературі у достатній мірі ще не знайшли, хоча ці фактори інколи мають вирішальний вплив на успішність впровадження розроблених хімічних рецептур.

У зарубіжній літературі введено спеціальний термін "планування буріння" [5]. Під цим терміном мається на увазі проєктний підхід до реалізації окремих найбільш важливих виробничих операцій під час буріння і кріплення свердловини. При цьому підході створюється окрема робоча група із залученням головного інженера, головного технолога, головного геолога, інших провідних інженерів по бурінню, представників наукових організацій, а також представників сервісних компаній (супервайзерів по долотах, бурових розчинах, похило-скерованому бурінню та ін.). Ряди учасників цієї групи не є постійними, окрім ключових працівників, а постійно поповнюються, чи зменшуються, залежно від стадії виконання робіт на свердловині. Планування буріння у всіх його деталях дозволяє зменшити подальші ризики,

а своєчасне забезпечення ресурсами (матеріали, обладнання, робоча сила), чітка логістика, система матеріальних стимулів серед робітників бурових бригад завжди сприяють підвищенню темпів будівництва свердловин у складних геологічних умовах виконання робіт.

Метою даної статті є аналіз усіх факторів, які мають вплив на успішність ліквідації геологічного ускладнення з допомогою встановлення рідинних ванн, зокрема: організаційних, техніко-технологічних та досконалості хімічного складу ванни у певних гірничо-геологічних умовах будівництва свердловини. Також за мету поставлено спробу реалізувати цей комплексний підхід у деяку проектну структуру з виділенням певної робочої групи у структурі бурової організації для виконання робіт з установлення рідинних ванн під час ліквідації геологічного ускладнення.

Основна частина дослідження

За аналізований період проблеми з порушеннями стійкості стінок свердловини та прихопленнями періодично відмічалися на свердловинах Семигинівської площі (свердловини № 2, 4, 17 та 18), а також на свердловинах Бориня-1, Шевченкове-1, Довголуцька-1 та деяких інших. Для ліквідації прихоплень у деяких випадках встановлювали нафтові ванни, причому по декілька раз, і то не завжди успішно. Про можливі причини невдалих результатів відомостей не збереглося. Подібний результат застосування нафтових ванн, але вже на родовищах Охтирського ВБР відмічається також у праці [2]. Свого часу окремо виконувався аналіз технологій ліквідації прихоплень на родовищах ДП "Укрбургаз", зокрема Хрестищенського, Шебелинського та Стрийського відділень бурових робіт. Аналіз продемонстрував неоднозначність результатів ліквідації прихоплень з допомогою нафтових ванн, що призвело до розробки нових технологій ліквідації прихоплень [1]. Таким чином, проблема підвищення результативності застосування рідинних ванн для ліквідації прихоплень бурильного інструменту є характерною для багатьох нафтогазових родовищ України.

Щодо застосування рідинних ванн для зміцнення нестійких порід, то тут відомості відсутні як на родовищах і площах Карпатського регіону, так і Дніпровсько-Донецької западини за виключенням деяких свердловин Хрестищенського та Охтирського ВБР [3,4]. У праці [4] відмічається, що одноразового встановлення силікатно-калієвої ванни вистачає на 10-15 діб буріння без проявів геологічного ускладнення. Беручи до уваги високі швидкості буріння свердловин на даний час, можна припустити, що дві чи три виробничі операції зі встановлення силікатно-калієвої ванни мали би забезпечити безперебійну проводку свердловин до їх завершення. Проблема полягатиме в тому, що у деяких випадках (особливо на невеликих глибинах) втрати часу на встановлення ванн та витрата відповідних коштів можуть бути досить суттєвими, якщо порівнювати з втратами від проробок стовбурів усклад-

нених свердловин. Також у деяких випадках за промисловими спостереженнями можна зауважити, що під час хімічних обробок бурового розчину інгібіторами глинистих сланців, а саме хлоридом калію, інколи лабораторні заміри кількості йонів калію у розчині не відповідали встановленим вимогам (показували майже повну відсутність), хоча масові концентрації солі KCl у цих випадках навіть перевищували прийняту норму 10%.

Для оцінки економічної доцільності робіт зі встановлення рідинних ванн для зміцнення нестійких порід, можна запропонувати рівняння, яке отримано з типового рівняння [6] доцільності аварійних робіт у свердловині. По аналогії з рівнянням [6] дане рівняння порівнює витрати на проробку стовбура з витратами на встановлення ванни, а саме

$$T_{\text{прор}}(C_{\text{БУ}}^1 + C_{\text{ПМ}}) = T_{\text{в}}(C_{\text{БУ}}^1 + C_{\text{ВМ}}),$$

де, $T_{\text{прор}}$ та $T_{\text{в}}$ – відповідно час на проробку стовбура свердловини і шаблонування та час на встановлення ванни, год.; $C_{\text{БУ}}^1$ – вартість 1 години експлуатації бурової установки за витратами, що залежать від часу, грн/год.; $C_{\text{ПМ}}$ та $C_{\text{ВМ}}$ – відповідно годинні витрати матеріалів на проробку включно із зарплатою бурової бригади та годинні витрати матеріалів на встановлення ванни включно із зарплатою виконавців, грн/год.

Економічна доцільність робіт зі встановлення ванни спостерігатиметься до того моменту, поки ліва частина рівняння не стане меншою за її праву частину, тобто рівняння відображає граничний момент, коли витрати на проробку і витрати на встановлення ванни зрівнялися.

Отже, якщо взяти до уваги велику кількість наукових робіт з удосконалення хімічного складу рідинних ванн, то можна припустити, що успішність відповідних технологій ліквідації ускладнень залежить одразу від цілого ряду факторів, серед яких організаційні, техніко-технологічні та фактор досконалості хімічної рецептури і її відповідності гірничо-геологічним умовам проводки свердловини. Розглянемо кожен фактор більш детально.

Організаційні фактори. Роботи зі встановлення рідинної ванни, чи то для ліквідації прихоплення, чи для додаткового інгібування нестійких порід, розпочинаються відразу після сповіщення буровим майстром по засобах спецзв'язку про виникнення ускладнення і неможливість через це продовжити буріння свердловини. Головний інженер бурової організації доручає інженеру з технологічного або виробничо-технічного відділу скласти план робіт зі встановлення рідинної ванни. Таким чином, робиться перший крок для формування тимчасової робочої групи, яка у подальшому буде зайнята на ліквідації ускладнення.

Хоча план робіт є приблизним, він дозволяє визначити і здійснити перший завіз на бурову необхідних матеріалів та додаткового обладнання для встановлення рідинної ванни. У відділах бурових організацій вже є заготовлені форми таких планів. Ці форми можуть дещо відрізня-

тися, відображаючи специфіку виконання бурових робіт на тих чи інших родовищах та площах, але в цілому план робіт має містити наступні елементи:

- умови виникнення геологічного ускладнення, у тому числі, при яких параметрах режиму буріння, параметрах бурового розчину, інших особливостях буріння і т.п. виникло дане ускладнення;
- схему встановлення рідинної ванни та всі технологічні розрахунки з цим пов'язані;
- розрахунок необхідної кількості матеріалів та визначення додаткового обладнання для завезення на бурову;
- приблизний перелік робіт по буровій організації та буровій бригаді, а також визначення відповідальних за виконання цих робіт.

Як бачимо, останній елемент плану робіт – це наступний крок у формуванні тимчасової робочої групи для ліквідації геологічного ускладнення.

Наступним етапом є реалізація цього плану на буровій з подальшими змінами та уточненням деталей. Як правило, цим займається особисто головний інженер разом із аварійним майстром або тим інженером, який складав план робіт. При цьому виникає цілий ряд організаційних питань, які вимагають вирішення на місці, тобто на свердловині. Серед цих питань найважливішими є такі:

- які підготовчі роботи необхідно здійснити на буровій для ліквідації ускладнення;
- які роботи необхідно виконати для безпеки праці та охорони навколишнього середовища та як проінструктувати членів бурової бригади з питань безпечного ведення робіт;
- де розмістити додаткове обладнання (зокрема цементувальний агрегат) для закачування необхідних рідин та як найкращим чином обв'язати цементувальний агрегат зі стаціонарними засобами приготування та зберігання розчину;
- як організувати взаємодію з машиністами ЦА під час закачування технологічних рідин у свердловину, а також як безпосередньо керувати закачуванням рідин у випадку їх великих об'ємів.

У окремих випадках замість ЦА може бути використано стаціонарне обладнання бурової установки – буровий насос, засоби приготування розчину бурової установки, ємності для доливу свердловини та зберігання технічної води. Але мірні засоби стаціонарних ємностей не пристосовані для точного вимірювання об'ємів закачування рідин, тому мірну лінійку для цих цілей відповідальний за встановлення ванни інженер виготовляє особисто. Але навіть і в цьому випадку точність закачування об'ємів рідин поступається схемі з застосуванням ЦА. У випадках якщо необхідні низькі подачі рідини не можуть бути забезпечені стаціонарним буровим насосом, ванну можуть встановити вище або нижче розрахованого інтервалу з усіма витікаючими наслідками.

При застосуванні схеми зі стаціонарним обладнанням бурової установки виникає також ще одне важливе питання - чи можна буде у випадку загрози ГНВП швидко задіяти буровий насосі засоби приготування та зберігання розчину за їх прямим призначенням.

На рис. 1 наведено типове розміщення обладнання для закачування ванни з допомогою ЦА. Лінії, якими рідина подається у мірні ємності ЦА збираються із підручних засобів на буровій – відрізків шлангів та труб. Може бути задіяно центробіжний насос. Інженер, який безпосередньо керує закачуванням компонентів у свердловину має забезпечити справність та передбачити легкість перекидання ліній з однієї частини мірника ЦА у другу, оскільки об'єми закачування рідин він контролює особисто, що, власне, є процесом встановлення ванни. Також під час закачування ванни на кожній лінії подачі рідини та ємностях для її зберігання мають знаходитися члени бурової вахти і сигналізувати відповідальному інженеру про різні непередбачені ситуації, які можуть виникати по ходу робіт.

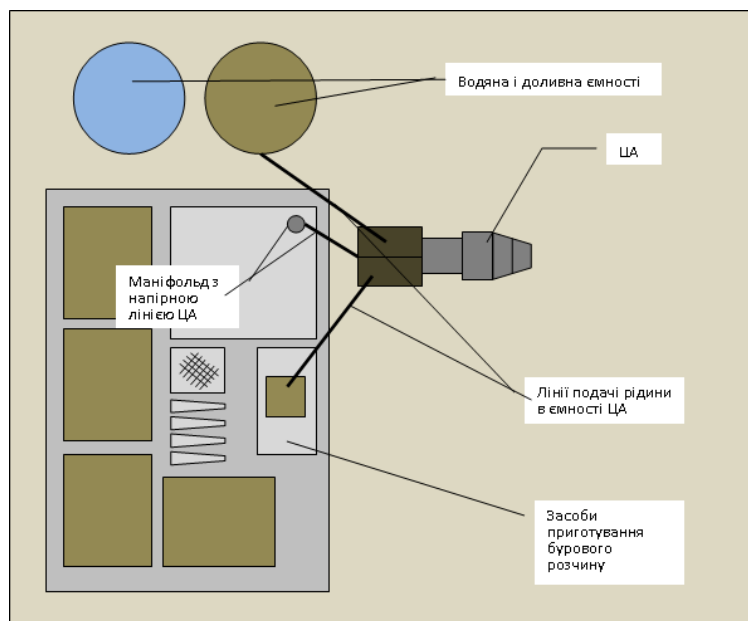


Рис. 1. Схема розміщення обладнання при закачуванні ванни з допомогою ЦА та приготуванні її в умовах бурової

За схемою на рис. 1 установлення рідинних ванн виконують через ведучу трубу, при цьому напірна лінія ЦА під'єднується до маніфольда напірної лінії циркуляційної системи бурової установки. Додатково до обладнання, показаного на рис. 1, можуть використати автоцистерну з нафтою, якщо наявність сирової нафти не передбачено на буровій. Для запобігання міграції ванни вгору та продовження часу дії ванни, перед

її встановленням заповнюють затрубний простір буровим розчином з максимальними реологічними параметрами.

За правилами безпечного ведення бурових робіт автоцистерну з нафтою, як і ЦА, необхідно розмістити з боку від свердловини у напрямку, протилежному напрямку вітру, а на вихлопних трубах ДВЗ мають бути встановлені іскрогасники. До встановлення ванни на напірній лінії ЦА необхідно перевірити справність манометра, крана та запобіжних клапанів, а у машиністів ЦА виявити який діаметр втулок насоса ЦА. Також перед встановленням ванни необхідно перевірити стан противикидного обладнання та засобів пожежогашіння, очистити територію бурової від сторонніх предметів, особливо легкозаймистих. Під ведучою трубою необхідно встановити зворотній клапан, який має бути опресовано на тиск, що в 1,5 раза перевищує максимально очікуваний під час встановлення ванни.

Складові рідинної ванни закачують у свердловину насосом ЦА при максимально можливій подачі. Якщо під час закачування компонентів ванни виявиться несправність на напірній лінії, або лініях подачі рідин в мірні ємності ЦА, то необхідно припинити закачування ванни, стравити тиск до атмосферного і тільки потім виконати необхідний ремонт лінії.

Якщо рідинну ванну встановлюють для ліквідації прихоплення (наприклад, нафтову ванну), то до розходжування інструменту приступають через 4-6 годин витримки ванни, при цьому бурильнику забороняється перевищувати допустимі осьові навантаження. Через кожен годину витримки ванни у зоні прихоплення бурильник підкачує свіжі порції ванни (рис. 2б) по $0,5\text{ м}^3$. Якщо після встановлення ванни не вдалося звільнити прихоплену колону протягом 12 годин, то, як правило, промивкою вирівнюють параметри розчину і встановлюють ванну повторно. Якщо після повторного встановлення ванни прихоплення не ліквідували, то переходять до інших способів ліквідації ускладнення.

У деяких випадках ліквідації прихоплення замість нафтової ванни використовують водяні або солянокислотні ванни. При цьому кислота в обов'язковому порядку доставляється на бурову в спеціально обладнаних для цих цілей автоцистернах. Під час витіснення кислоти зі свердловини можуть відбуватися реакції з небезпечними викидами продуктів. Після закінчення робіт з використанням кислотної ванни ретельно вирівнюють параметри розчину, а труби, підняті зі свердловини, промивають водою.

У випадку застосування ванни для зміцнення стінок свердловини з використанням солі KCl , бурові розчини можуть спінюватися, що вимагає під час обробки розчину застосовувати реагенти-піногасники.

Техніко-технологічні фактори. Хоча розрахунки рідинних ванн досить детально розроблені [1, 4], а схеми їх установа у свердловині є типовими, все ж таки існують деякі особливості, на які варто звернути особливу увагу для забезпечення результативності цієї технології ліквідації ускладнень.

Якщо під час ліквідації деяких категорій прихоплень як основу ванни використовують нафту чи нафтопродукти, то густина ванни є набагато меншою за густину бурового розчину. Звичайно, що ванна у таких умовах, встановлена на глибині, буде мігрувати вгору, тобто спливати на поверхню. З метою запобігання міграції ванни на поверхню на час її витримки у зоні прихоплення, додатково до заходів наведених вище, схему розрахунку ванни дещо модифікують, встановлюючи всередині колони бурильних труб деякий додатковий об'єм нафтопродукту (рис. 2б). Це технологічне рішення дозволяє, по-перше, через рівні інтервали часу підкачувати свіжі порції використовуваного нафтопродукту у зону прихоплення, по-друге, за рахунок різниці густин створювати протитиск всередині колони, забезпечуючи цим самим дещо більшу стійкість ванни як в зоні прихоплення, так і всередині колони. При цьому, щоб не було перетоку рідини назад в ємності ЦА, закривають кран нагнітальної лінії ЦА. Це дуже зручне рішення, оскільки контроль за тиском на нагнітальній лінії під час витримки ванни може підказати момент рівноваги стовпів рідини в трубах та затрубному просторі, а отже обґрунтовано визначити час прийняття рішення про подальші дії з ліквідації прихоплення.

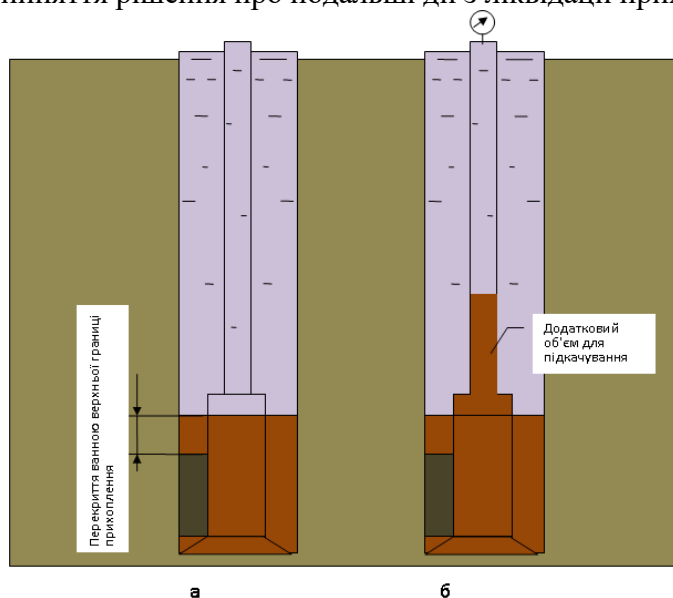


Рис. 2. Узагальнені схеми розрахунку (а) та встановлення (б) нафтової ванни для ліквідації прихоплення

Різні схеми на рис. 2 одного й того ж технологічного процесу вимагають уваги під час розрахунків та креативного підходу. Інструктивними матеріалами з ліквідації прихоплень чітко визначена верхня межа встановлення ванни – це 50-100м вище верхньої границі прихоплення для створення перекриття ванною прихопленого інтервалу. При цьому умовами ефективної дії ванни на час її витримки ігнорують. Свого часу у зарубіжних літературних джерелах можна було зустріти рекоменда-

цію щодо перекриття інтервалу прихоплення ванною у 200м і більше для підвищення ефективності дії ванни, при цьому перевіряється умова недопущення ГНВП. У роботі [1] демонструються приклади розрахунку нафтової ванни з умови недопущення ГНВП. Звичайно, що у двох останніх випадках потрібно володіти інформацією про пластові тиски, а також прийняти рішення на скільки можна знизити гідростатичний тиск у свердловині для ліквідації прихоплення.

Недостовірність вхідної інформації про пластові тиски та надмірна обережність при встановленні нафтової ванни може бути основним технологічним чинником зниження результативності даного способу ліквідації прихоплення. Іншими причинами безрезультатного застосування рідинної ванни є невідповідність складу ванни гірничо-геологічним умовам, недотримання технологічної послідовності робіт, визначених планом, значна затримка встановлення ванни у часі, недостатній об'єм ванни (особливо для ліквідації прихоплення), неповне перекриття ванною ускладненого інтервалу, змішування у свердловині технологічно незмішуваних компонентів під час встановлення ванни, а також неприйняття заходів щодо недопущення міграції ванни з зони ускладнення внаслідок різниці густин ванни та бурового розчину.

Аналогічну картину можемо спостерігати при встановленні рідинних ванн для зміцнення нестійких порід, в основному глинистих сланців. У цьому випадку (рис. 3) також дуже ймовірно є ситуація, коли густина ванни буде меншою за густину бурового розчину, а отже є ризик її спливання.

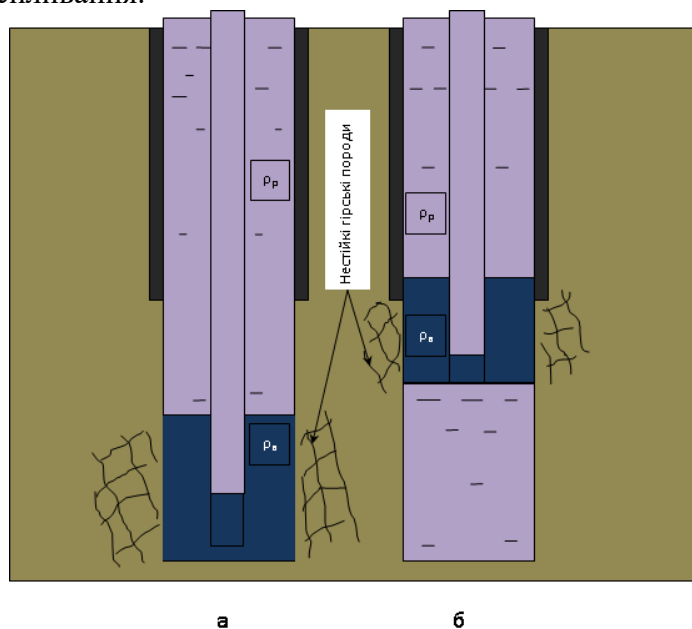


Рис. 3. Варіанти встановлення рідинної ванни для зміцнення стінок свердловини: (а) – ближче до вибою; (б) – з-під башмака попередньої обсадної колони далше від вибою

На рис. 3: ρ_v – густина ванни; ρ_p – густина бурового розчину; $\rho_v \geq \rho_p$ – умова стійкості ванни у свердловині на час витримки. На відміну від нафтової ванни для недопущення міграції через різницю густин, тут вже можна легше довести густину ванни до густини бурового розчину. Як один із можливих способів можна рекомендувати збільшення концентрації солі KCl у силікатно-калієвій ванні [3] з метою збільшення її густини та доведення до рівня густини бурового розчину.

Фактор досконалості хімічної рецептури ванни та її відповідність гірничо-геологічним умовам виникнення ускладнення. Здавалося би, що велика кількість наукових досліджень на цю тему повинні полегшити вирішення проблеми вибору кращої рецептури для ліквідації ускладнення на виробництві. Але на впровадження наукової розробки у виробництво серед іншого впливає також те, на скільки складною є дана хімічна рецептура з точки зору її приготування в умовах бази виробничого обслуговування бурової організації і тим більше в умовах бурової. Якщо рідинна ванна готується на базі виробничого обслуговування централізованим способом, то в робочій групі мають бути інженери та робітники, які цим займаються. З переходом на обслуговування сервісними компаніями приготування та доставку ванни на свердловину могла би взяти на себе компанія-підрядник з поставки хімічних реагентів та бурового розчину, хоча в умовах невеликих обсягів буріння невідомо, чи зможе така компанія підтримувати необхідний виробничий ритм, тобто працювати без втрат внаслідок переривів у виробництві.

Якщо рідинна ванна готується на буровій, то виникає питання, чи стаціонарне бурове обладнання є достатньо пристосованим до змішування у певній послідовності численних хімічних компонентів ванни ще й до того ж з різними об'ємами. Якщо використовувати для змішування ємності ЦА (агрегат може перемішувати компоненти у режимі перекачування "на себе"), то виникає питання додаткової об'ємності ЦА із ємностями бурової установки, оскільки розрахований об'єм ванни практично завжди буває більшим за об'єм ємностей ЦА. Тобто, ми таким чином повертаємося до організаційних питань, розглянутих вище.

Велика кількість наукової та навчальної літератури разом з матеріальною базою бурової організації можуть створити умови для розробки нових рецептур рідинних ванн самими інженерами організації. Для цього з успіхом можна використати класифікацію хімічних реагентів для приготування рідинних ванн, запропоновану О.В. Аніськовцевим (табл. 1) як для ліквідації прихоплень, так і для зміцнення нестійких порід.

Таблиця 1. Класифікація реагентів за О.В. Аниськовцевим для приготування нових рецептур рідинних ванн

Група реагентів	Призначення	Діючі речовини
Гіперпенетрати	Збільшувати проникність глинистої корки та розрихлювати її	Їдкий натр, пероксид водню, нафтонові кислоти, алюмінат натрію, перманганат калію
Літолізатори	Забезпечити хімічне розчинення корки, сальника чи породи у зоні прихоплення	Соляна, плавикова, виннокам'яна і оцтова кислоти
Регулятори густини	Збільшувати густину ванни	Барит, графіт, хлорид натрію, оцтовокислий калій
Реогвіди	Регулювати реологічні властивості ванни	ПАА, КМЦ, гліцерин
Гіпафрикти	Поліпшувати мастильні властивості ванни, зменшуючи силу тертя	Нафта, графіт, смоли, ПАР-змочувачі
Змочувачі	Поліпшувати змочення основою ванни гірської породи та інструменту, сприяючи проникненню ванни	Нейногенні ПАР, ПАА, алканоли, сульфонол
Наповнювачі	Інертні речовини для часткової заміни інших матеріалів	Барит, вода, інертний газ
Емульгатори	Забезпечити стабільність емульсії	Алканоли, лужні солі нафтонових кислот
Інгібітори корозії	Захист сталюого інструменту від корозії	Формалін
Термопротектори	Зберегати властивості ванни при високих температурах	Оцтовокислий калій
Нейтралізатори	Нейтралізувати негативний вплив на ванну речовин у зоні прихоплення	Гіпохлорид натрію

Висновки та перспективи подальших досліджень

1. Виконаний експертний аналіз щодо проблем буріння свердловин на площах та родовищах Карпатського регіону за період з 1960-х по 2000-і роки, а також аналогічні аналізи по свердловинах ДП "Укрбургаз" та Охтирського ВБР продемонстрували, що, незважаючи на застосування бурових розчинів з високим ефектом інгібування нестійких порід, можуть виникнути також умови, які вимагатимуть додаткового застосування рідинних ванн з метою зміцнення цих порід, хоча не завжди застосування ванни раніше призводило до позитивного результату.

2. Розглянуто чинники успішного застосування рідинних ванн з точки зору планування, організації робіт, технічних засобів та обладнання, задіяного під час встановлення ванни. З точки зору впливу цих чинників, найбільшими проблемами для успішного застосування рідинних ванн є вибір відповідної схеми закачування ванни у свердловину та забезпечен-

ня стійкості стовпа ванни у свердловині на час її витримки. Запропоновано видозмінити рецептуру силікатно-калієвої ванни для збільшення її стійкості у свердловині, довівши густину ванни до рівня густини бурового розчину за рахунок збільшення концентрації солі KCl.

3. Запропоновано оцінювати економічну доцільність встановлення рідинної ванни для зміцнення нестійких порід на базі рівняння, що порівнює витрати на проробку стовбура свердловини з витратами на встановлення рідинної ванни.

Перспективи подальших досліджень можуть базуватися на лабораторних дослідженнях та промисловій апробації запропонованих рішень.

Література

1. Мислюк М.А. Буріння свердловин: Довідник. У 5 т. Т. 5: Ускладнення. Аварії. Екологія. / М.А. Мислюк, І.Й. Рибчич, Р.С. Яремійчук. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2004. – 376 с.
2. М.І. Оринчак, М.М. Оринчак. Модифікована нафтова ванна. // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ. – 2007. №1 (22). – С. 14-18.
3. М.М. Оринчак, М.І. Оринчак. Силікатно-калієва ванна. // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ. – 2006. №1 (18). – С. 26-29.
4. М.М. Оринчак, М.І. Оринчак. Технологія установавання силікатно-калієвої ванни. // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ. – 2006. №2 (19). – С. 11-14.
5. Мимс М. Проектирование и ведение бурения для скважин с большим отклонением от вертикали и сложных скважин / Майк Мимс, Тони Крепп, Гарри Вильямс. – К&М Текнолоджи Групп, ЛЛК. Хьюстон, Техас. – 1999. – 227 с.
6. E. Johnson, J. Land, M. Lee, R. Robertson. Landing the Big One – The Art of Fishing. Oilfield Review, Winter 2012/2013: 24, no.

Стаття надійшла до редакційної колегії 03.10.2025 р.

Прийнято до друку 04.10.2025 р.

FACTORS FOR THE SUCCESSFUL USE OF FLUID BATHS TO ELIMINATE COMPLICATIONS DURING DEEP WELL DRILLING

V. M. Charkovsky , O. S. Beizyk , V. I. Kolisnyk 

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas;

15, Karpatska Street, Ivano-Frankivsk, 76019;

tel. +380 (342) 72-71-37; e-mail: 0526.nung@gmail.com

The article presents data from a comprehensive expert analysis of problems encountered during well drilling in the Carpathian oil and gas re-

gion between the 1960s and 2000s. It is noted that, despite the use of drilling fluids with a high inhibiting effect on unstable rocks, conditions may also arise that require the additional use of fluid baths to strengthen these rocks. A review of scientific works devoted to the problem of increasing the effectiveness of the use of liquid baths, both for the elimination of sticking and for the strengthening of unstable rocks, has been carried out. It was noted that most scientific works are devoted to the problem of perfecting the chemical formulations of liquid baths, while some organizational and technical-technological problems have been overlooked by researchers. As a result, the article describes a complete set of works on the installation of liquid baths, from planning to implementation at the drilling site. At the same time, organizational, technical and technological factors and the factor of perfection of the chemical formula of the bath under certain conditions of its application are analyzed. Some directions for improving the effectiveness of eliminating geological complications with the help of fluid baths are proposed, in particular, the direction related to maintaining the stability of the bath in the well during its exposure time. It is indicated at which stages of work on the installation of a fluid bath additional employees of the drilling organization are involved, what their role is in the successful performance of production operations to eliminate complications, and how they form a temporary working group from the point of view of a project approach. An equation is proposed that determines the basic conditions for the use of fluid baths in a well from the point of view of economic feasibility. To develop new chemical formulations for fluid baths, both for eliminating sticking and for strengthening unstable rocks, it is proposed to use the classification of reagents according to O.V. Aniskovtsev.

Keywords: geological complexity, sticking, wellborewall stability, fluid bath, project approach in organization.