

Манько М.Ю. магістр спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології
Науковий керівник: Давиденко О.М., д.т.н., професор кафедри нафтогазової інженерії та буріння
(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

УДОСКОНАЛЕННЯ БІОПОЛІМЕРНИХ БУРОВИХ РОЗЧИНІВ ІЗ ПІДВИЩЕНОЮ В'ЯЗКІСТЮ

Бурові розчини – це рідини, які застосовуються при бурінні свердловин, вони забезпечують первинний контроль тиску в свердловині за рахунок їх щільності і будь-якого додаткового тиску, що діє на стовп рідини (кільцевого або поверхні, що нагнітається). Найчастіше вони циркулюють вниз бурильною колоною, через долото, і назад по кільцевому простору на поверхню для видалення бурового розчину зі стовбура свердловини [1].

Бурові розчини мають низку альтернативних назв, аббревіатур та сленгових термінів, що використовуються в галузі. Бурові розчини поділяються на нафтові та водні залежно від їхньої базової рідини. У бурових розчинах на нафтовій основі нафта є безперервною фазою, а вода дисперсною фазою в поєднанні з іншими елементами. Як джерело нафти може використовуватися дизельне паливо, гас, мазут, добірні сира нафта або мінеральна олія. Тверді частинки, включаючи регулятори в'язкості, обтяжувачі, емульгатори, змочують речовини, гелеутворювачі, речовини контролю рН і втрати рідини, суспензуються в ньому. З іншого боку, у бурових розчинах на водній основі (РВО) вода або олії є базовою рідиною, в якій диспергуються згадані тверді частинки. Ці частинки підтримуються у зваженому стані за допомогою добавок до бурових розчинів, таких як глина та інші полімерні водорозчинні речовини, наприклад, ксантанова камедь (ХС), модифікований крохмаль і навпаки [2].

Бурові розчини на вуглеводневій основі (РВВО) мають специфічні небажані властивості бурових розчинів на водній основі. Потенційні переваги РВВО включають: покращені мастильні характеристики, вищі температури кипіння і нижчі температури замерзання. Оскільки вартість розробки РВВО завжди була вищою, ніж вартість РВО з тією ж щільністю, економічне обґрунтування вибору РВВО має бути ґрунтується на його кращих характеристиках у конкретних умовах застосування. З іншого боку, РВО віддається перевага через дві основні переваги, включаючи екологічність і низьку вартість. Тому РВВО широко використовуються для продовження буріння нафтових та газових свердловин. Під РВВО припадає майже 80% всіх пробурених свердловин [3].

Зі збільшенням кількості проблем у стовбурі свердловини, пов'язаних з використанням бентонітових або баритових розчинів, нафтова промисловість шукає заміну на розчинні добавки. Це особливо актуально при бурінні через продуктивний пласт та горизонтальну частину свердловини такі бурові розчини називаються "непошкоджуючими буровими розчинами" і зазвичай вони складаються з регулятора в'язкості (полімерів), агентів контролю втрат рідини (наприклад, крохрису та целюлози) та інших супутніх хімічних речовин. Як правило, ці рідини повинні мати підвищену термостабільність, кращу реологію і знижену фільтраційну здатність.

Багато дослідників підкреслюють важливість створення бурових розчинів, що не ушкоджують, шляхом додавання розчинних матеріалів у бурову систему. Нещодавнє дослідження показало актуальність використання екологічно безпечної модифікованої целюлози як модифікатора реології замість синтетичних полімерів для покращення екологічних характеристик безглинистого бурового розчину на водній основі. Гідрофобно модифікована гідроксиетилцелюлоза була синтезована шляхом введення довголанцюгових гідрофобних груп молекули гідроксиетилцелюлози. Гідрофобно-

модифікована гідроксиетилцелюлоза показала кращу термічну стабільність, більш високу солестійкість, реологічні та фільтраційні характеристики порівняно з полімерами ПАР та ХС [4].

Було розглянуто приготування та аналіз бурових розчинів з ксантанової камеді та різних видів крохмису, включаючи синтезовані крохмалі. Вимірюють реологічні параметри, включаючи в'язкість при низьких швидкостях зсуву, яка є ключовим параметром для буріння свердловин з горизонтальною ділянкою стовбура. Крім того, буде вивчено фільтраційні та інгібуючі властивості приготовлених бурових розчинів. У роботі представлений порівняльний аналіз та рекомендації щодо використання цих розчинів у промислових цілях. Бурові розчини використовуються в процесі буріння свердловин для змащування та охолодження бурового долота, а також для контролю тиску в стовбурі свердловини. Ефективність бурового розчину залежить від його реологічних властивостей, таких як в'язкість та щільність, а також від його фільтраційних та інгібуючих властивостей [5].

З одержаних вище результатів можна зробити такі висновки:

- Вплив термічного старіння на фільтраційні властивості досліджуваних розчинів первинного розчину не виявилось досить суттєвим. Після проведення термообробки під дією 85 °С протягом 16 годин не спостерігається зростання фільтрату в жодному з представлених розчинів. Що може свідчити, що дана температура не впливає на часткове розкладання полімерів і, внаслідок, на колекторські властивості пласта.

- З отриманих результатів випливає, що КМК довів свою високу ефективність, оскільки рідина була протестована буріння продуктивного пласта. Це також вказує на те, що бурова рідина швидко буритиме завдяки її низькій в'язкості, що проявляється у зменшенні часу на винос бурового розчину зі свердловини.

- Висока ДНС означає неньютонівську рідину, яка переносить шлам краще, ніж рідина з аналогічною щільністю, але нижчою ДНС. У цьому дослідженні було показано, що при концентрації 15 г та 20 г, ПАЦ НВ та КМК демонстрували високу продуктивність ДНС.

- ВНСС у Реотролу та Флотролу знижуються на 20% після термостаріння. Це може бути наслідком складу даних знижувачів фільтрації, оскільки вони мають меншу молекулярну масу. У ПАЦ НВ навпаки після термообробки збільшується ВНСС. Швидше за все, це викликано відмінністю структури даного понизителя фільтрації проти іншими. Більш того, при концентрації 10 г Флотрол і КМК показали найвищі значення ВНСС. Однак зі збільшенням концентрації та до термічного старіння результати показали, що КМК демонстрував найвищий показник ВНСС. Однак після термічного старіння КМК значно втратив свій показник ВНСС через деградацію молекулярної структури.

- Видно, що найнижча вартість фільтрації спостерігається у КМК - 130 грн/кг, а найвища вартість - 250 грн/кг у Флотролу. Незважаючи на те, що Флотрол показав більш кращі результати в порівнянні з іншими фільтраційними понижувачами, висока вартість обмежує його використання в порівнянні з КМК, який також продемонстрував прийнятні результати і може бути використаний замість Флотролу і ПАЦ НВ.

Список використаних джерел:

1. Промивальні рідини в бурінні : підручник / Є.А. Коровяка, Ю.Л. Винников, А.О. Ігнатов, О.В. Матяш, В.О. Расцветаєв; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка», 4-те вид., доп. – Дніпро : Журфонд, 2023. – 420 с.
2. Гідрогазодинамічні процеси при спорудженні та експлуатації свердловин: монографія / А.В. Павличенко, Є.А. Коровяка, А.О. Ігнатов, О.М. Давиденко ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т "Дніпровська політехніка". - Дніпро: НТУ "ДП", 2021. - 201 с.