

## **ВИКОРИСТАННЯ КРОХМАЛЕ-СОЛЕВИХ ГЕЛІВ ЯК ОСНОВИ СПЕЦРІДИН ДЛЯ ЗАКІНЧУВАННЯ ТА РЕМОНТУ СВЕРДЛОВИН.**

Р. С. Яремійчук (ІФДТУНГ)

Ю. В. Лубан (НДІТБ)

При проведенні різноманітних технологічних операцій у циклі робіт по закінчуванню та ремонту свердловин в Україні, найчастіше, як рідину що заповнює свердловину, використовують воду або розчини хлориду кальцію чи бішофіту. Це обумовлено меншою забруднюючою дією на продуктивні пласти рідин без твердої фази у порівнянні з буровими розчинами. В той же час, закордонними дослідженнями [1] встановлено, що ньютонівські рідини з необмеженою фільтрацією, до яких відносяться вода та не стабілізовані розчини солей, не забезпечують збереження ємкісно-фільтраційних властивостей пластів. Це відбувається через проникнення у поровий простір великої кількості рідини, суттєво забрудненої матеріалами техногенного походження - окалиною, залишками бурового розчину тощо.

Одним з шляхів попередження суттєвого погіршення проникності колекторів, є ретельне очищення рідин шляхом їх фільтрування на поверхні [2]. В той же час, цей метод технологічно надто складний і вимагає великих фінансових витрат.

Іншим методом, який широко застосовується у світовій практиці, є використання полімерних систем на основі розчинів солей різної концентрації, з регульованими фільтраційними та реологічними властивостями. За рахунок підвищення в'язкості та зменшення фільтрації, кількість рідини, що надходить до порового простору колекторів суттєво обмежується. Відповідно зменшується і кількість техногенних забруднюючих матеріалів. Найчастіше у таких системах використовуються: гідроксіетілцелюлоза (ГЕЦ), деякі форми модифікованого крохмалю, біополімери [1,3,4]. Саме ці реагенти забезпечують необхідні параметри спецрідин в умовах високої концентрації полівалентних іонів, але в Україні та країнах СНД подібні реагенти не виробляються.

Вирішення проблеми одержання спецрідин без твердої фази з регульованими фільтраційними та реологічними параметрами може бути досягнуто при використанні крохмале-солевих гелів. Крохмале-солеві гелі являють собою новий тип крохмалевого реагенту, який одержують шляхом клейстеризації крохмалю безпосередньо в солевих розчинах без використання каустичної соди [5]. При певному співвідношенні температури та густини, у розчинах деяких солей, серед яких: бішофіт, хлорид та нітрат кальцію, відбувається процес клейстеризації крохмалевміщуючої сировини з утворенням високов'язких гелів, які є ефективними стабілізаторами розсолів та бурових розчинів різної

мінералізації.

Клейстеризація крохмалю безпосередньо в розчинах солей дозволяє надавати їм необхідних фільтраційних властивостей і не зменшувати при цьому їх густину. Так, на основі бішофіту та хлориду кальцію можуть бути одержані технологічні рідини з густиною від 1100 до 1290 кг/м<sup>3</sup>, а нітрату кальцію - від 1190 до 1450 кг/м<sup>3</sup>. Це неможливо при використанні традиційних водних розчинів реагентів, оскільки приводить до розбавлення солевих розчинів та відповідного зменшення їх густини.

В умовах полівалентної агресії термостійкість більшості реагентів суттєво зменшується. Зокрема, термостійкість клейстеризованого у лужному середовищі крохмалю не перевищує 100°C. Термостійкість гелів на основі нітрату кальцію знаходиться на рівні 120-130°C, а проведеними експериментальними роботами встановлена можливість збільшення термостійкості гелів на основі бішофіту (КБГ) до 130-140°C. Реагентами, що підвищують термостійкість рідин на основі бішофітних гелів є вапно та каустична сода [6]. З таблиці 1, де наведений вплив даних реагентів на фільтраційні показники таких рідин видно, що технологічно прийнятна фільтрація досягається при концентрації крохмалю на рівні 1,8-2%, що відповідає його звичайним витратам при обробках бурових розчинів.

**Таблиця 1 - Вплив лужних реагентів на термостійкість технологічних рідин на основі крохмале-бішофітного гелю.**

| Склад розчину, % |             | Фільтрація, см <sup>3</sup> /30хв |                            |                             |                       |
|------------------|-------------|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------|
|                  |             | після виготовлення                | після термостатування 85°C | після термостатування 120°C | при температурі 120°C |
| 1.               | вода+ЗКБГ   | 4                                 | 18                         | >40                         | ----                  |
| 2.               | №1+3СаО     | 6                                 | 3                          | 4                           | 24                    |
| 3.               | вода+3.4КБГ | 3                                 | 12                         | >40                         | -----                 |
| 4.               | №3+3СаО     | 3.5                               | 2                          | 3                           | 22                    |
| 5.               | №1+0,3NaOH  | 5                                 | 7                          | 5                           | 30                    |
| 6.               | №1+0,6NaOH  | 5                                 | 4                          | 4,5                         | 25                    |
| 7.               | №1+1,25NaOH | 11                                | 5                          | 6                           | 27                    |
| 8.               | №1+1,88NaOH | 14                                | 6                          | 7,5                         | 32                    |

Примітка. Тут і далі: концентрація крохмалю в КБГ - 5%; вміст крохмалевміщуючих реагентів в рідинах наведений у перерахунку на сухий продукт.

Важливим питанням, при застосуванні стабілізованих полімерних систем як спецрідин для закінчування та ремонту свердловин, лишається забезпечення прийнятного коефіцієнту відновлення проникності колекторів. Спецрідини на основі крохмале-солевих гелів є одними з таких, що у найбільшій мірі відповідають цим вимогам. Основа спецрідин - концентровані розчини солей є ефективними інгібіторами розміцнення глинистих мінералів, що входять до складу колекторів, а крохмаль - стабілізатор та регулятор реологічних властивостей, не утворює нерозчинних сполук при контакті з пластовими водами та

гірськими породами. Через це, значення коефіцієнту відновлення проникності, для рідин на основі крохмале-солевих гелів, знаходиться на рівні коефіцієнту відновлення проникності для фільтрату хлоркалієвого бурового розчину. При додатковій обробці спецрідин деякими типами поверхнево-активних речовин, коефіцієнт відновлення проникності навіть перевищує показники для хлоркалієвого розчину. При виборі ПАР необхідно надавати перевагу неіоногенним типам, що мають підвищену термостійкість (совенол), або аніоноактивним, з підвищеною стійкістю до полівалентної агресії (сукрінол). У іншому випадку ПАР можуть зменшувати коефіцієнт відновлення проникності (таблиця 2).

**Таблиця 2 - Коефіцієнт відновлення проникності для рідин на основі крохмале-бішофітного гелю.**

| Склад розчину<br>% |                         | коефіцієнт відновлення проникності $\beta$ , % |                      |
|--------------------|-------------------------|------------------------------------------------|----------------------|
|                    |                         | при температурі 20°C                           | при температурі 85°C |
| 1.                 | вода+7КСІ+25КЛСТ        | 49                                             | 50                   |
| 2.                 | вода+3КБГ+0.63NaOH      | 46                                             | 49                   |
| 3.                 | №2+0.5 сульфонолу       | 48                                             | 47                   |
| 4.                 | №2+1 сульфонолу         | 50                                             | 49                   |
| 5.                 | №2+0.5 сукрінолу        | 56                                             | 54                   |
| 6.                 | №2+1 сукрінолу          | 59                                             | 57                   |
| 7.                 | №2+0.5 совенолу         | 62                                             | 60                   |
| 8.                 | №2+1 совенолу           | 68                                             | 65                   |
| 9.                 | №2+0.5 жиреноксу        | 60                                             | 45                   |
| 10.                | №2+1 жиреноксу          | 65                                             | 48                   |
| 11.                | №2+0.5 ПО-6К            | 44                                             | 40                   |
| 12.                | №2+1 ПО-6К              | 46                                             | 42                   |
| 13.                | №2+0.5 сульфатного мила | 40                                             | 38                   |
| 14.                | №2+1 сульфатного мила   | 38                                             | 35                   |

При проведенні деяких робіт у циклі закінчування та експлуатації свердловин виникає потреба у використанні рідин з підвищеною в'язкістю. Шляхом зміни концентрації крохмалю в крохмале-солевих гелях можливо регулювати їх реологічні властивості у широкому діапазоні. Реологічна поведінка крохмале-солевих гелів може бути описана моделлю псевдопластичної рідини. В таблиці 3 наведені константи двох-параметричного рівняння Освальда для крохмале-бішофітного гелю з концентрацією 2-10%.

Таким чином, на основі крохмале-солевих гелів можуть бути утворені технологічні рідини для різних гірничо-геологічних умов, що задовольняють вимогам якісного проведення операцій по закінчуванню і ремонту свердловин, та збереження ємнісно-фільтраційних властивостей колекторів. При цьому, можуть бути утворені технологічні рідини “нормальної” та підвищеної в'язкості. Внаслідок цього відкривається можливість використання спецрідин двох типів: рідин для промивання свердловин та тимчасово блокуючих рідин.

**Таблиця 3 - Реологічні константи крохмале-бішофітного гелю.**

| Концентрація<br>% | Показник консистентності системи<br>- $K, \text{ дПа} \cdot \text{с}^n$ |          | Показник нелінійності<br>системи - $n$ |          |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------|----------|
|                   | при 20°C                                                                | при 80°C | при 20°C                               | при 80°C |
| 2                 | 4.4                                                                     | 1.2      | 0.743                                  | 0.86     |
| 3                 | 16.3                                                                    | 4.3      | 0.705                                  | 0.84     |
| 4                 | 42.2                                                                    | 9.1      | 0.68                                   | 0.82     |
| 5                 | 85.3                                                                    | 16       | 0.652                                  | 0.8      |
| 6                 | 99.7                                                                    | 18.4     | 0.623                                  | 0.775    |
| 7                 | 164                                                                     | 32.5     | 0.6                                    | 0.748    |
| 8                 | 244.8                                                                   | 69.4     | 0.575                                  | 0.704    |
| 9                 | 390                                                                     | 93.9     | 0.553                                  | 0.67     |
| 10                | 459                                                                     | 135.5    | 0.528                                  | 0.623    |

Рідини для промивання свердловин заповнюють весь стовбур свердловини. По своїм фільтраційним властивостям такі рідини подібні до бурових розчинів і застосовуються у випадках, коли після глушіння, за планом проведення подальших робіт, необхідно промивання інтервалу перфорації.

Тимчасово блокуючи рідини використовують при консервації свердловин, а також у випадках, коли роботи планується проводити над інтервалом перфорації. Тимчасово блокуючи рідини розміщують в інтервалі перфорації свердловини, що надає змогу уникнути забруднення продуктивної зони рідиною, якою заповнена решта її об'єму. По закінченню робіт тимчасово блокуючи рідини легко вилучаються з вибою свердловини потоком пластового флюїду, або шляхом промивання.

Рідини для промивання свердловин утворюють шляхом розведення крохмале-солевих гелів водою або розчином відповідної солі, так щоб концентрація крохмалю в них становила 1.8-2% у перерахунку на сухий продукт. При використанні рідин в умовах температур що перевищують 100°C, слід використовувати гелі на основі бішофіту або нітрату кальцію. Рідини на основі бішофітного гелю в таких умовах вміщують 3-5% CaO або 0,6-1% NaOH. При утворенні рідин низької густини, для підвищення їх стабільності, замість води може використовуватись 15-20 процентний розчин вугле-лужного реагенту.

Як тимчасово блокуючи рідини застосовуються крохмале-солеві гелі з концентрацією крохмалю від 5% і вище. До густини 1290-1300кг/м<sup>3</sup> використовують гелі на основі бішофіту, до густини 1450кг/м<sup>3</sup> і вище - гелі на основі нітрату кальцію. В умовах температур що перевищують 100°C, гель на основі бішофіту має додатково вміщувати відповідну кількість лужних компонентів. При застосуванні тимчасово блокуючих рідин з концентрацією крохмалю що перевищує 6%, їх виготовлення найбільш технологічно проводити безпосередньо у стовбурі свердловини.

Переваги виготовлення тимчасово блокуючих рідин у стовбурі свердловини полягають у зменшенні навантаження на насосні агрегати, уникненні втрат рідини при перекачуванні, відсутності залежності від температури розчину та навколишнього середовища, можливості утворення гелю практично необмеженої консистенції. Утворення рідини здійснюється таким чином. В бункер цементувального агрегату набирається необхідний об'єм вихідного соляового розчину. При роботі агрегату "на себе", під струмінь рідини вводять розрахункову кількість крохмалю. Суміш перемішують 10-15 хвилин, до рівномірного розподілення крохмалю в об'ємі рідини. Одержану суспензію закачують у трубний простір свердловини. Режим прокачування підбирається таким чином, щоб на установку пачки блокуючої рідини витрачалося 40-60 хвилин. Перед установкою пачки проводиться гідравлічний розрахунок процесу виходячи з реологічних властивостей гелю відповідної концентрації. По закінченню операції свердловина запишається у спокої протягом доби, після чого приступають до проведення подальших планових робіт. Наведена технологія пройшла успішні випробовування більш як на десяти свердловинах Укргазпрому та Держкомгеології України. Відновлення продуктивності свердловин після застосування тимчасово блокуючих рідин на основі КБГ знаходиться на рівні 85-100%.

Виходячи з вищенаведеного, шляхом використання недефіцитного на Україні крохмалю, при умові застосування нової технології утворення крохмале-солевих гелів, з'являється можливість вирішення проблеми одержання ефективних спецрідин різноманітного призначення, на основі важких соляових розчинів з регульованими фільтраційними та реологічними властивостями.

#### ЛІТЕРАТУРА.

1. Грей Дж.Р., Дарли Г.С.Г. Состав и свойства буровых агентов (промывочных жидкостей): пер. с англ. - М.: Недра, 1985. - 509 с.
2. Глейз О.Х., Ишольс Дж. Б. Вопросы эффективного фильтрования нефтепромысловых солевых растворов. // Нефть, газ и нефтехимия за рубежом. - 1989. - №6. - С. 19-26.
3. Выбор буровых растворов для заканчивания скважин. // Нефтяная промышленность. Экспресс-информация (зарубежный опыт). Сер. Бурение. - М.: ВНИИОЭНГ. - 1987. - №6. - С.19-24.
4. Применение жидкостей, не вызывающих нарушений эксплуатационных качеств пластов. // Нефтяная промышленность. Экспресс-информация (зарубежный опыт). Сер. Бурение. - М.: ВНИИОЭНГ. - 1983. - №17. - С.8-10.
5. Пат. 222804 А Україна, МПК<sup>6</sup> E21B21/00, E21B43/12. Розчин для глушіння свердловин. / Лубан Ю.В., Розенгафт А.Г., Харів І.Ю.
6. Пат. 23758 А Україна, МПК<sup>6</sup> E21B21/04, 43/12. Розчин для ремонту і інтенсифікації свердловин. / Розенгафт А.Г., Лубан Ю.В., Харів І.Ю., Яремійчук Р.С.