

УДК 622.245.428

Євген Ставичний, Мар'яна Ковальчук, Олена Гоцабіна

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна

КОМПОЗИЦІЙНІ ТАМПОНАЖНІ СУМІШІ

Evgen Stavychnyy, Mariana Kovalchuk, Olena Gotcabina

COMPOSITE MIXTURE OF OIL-WELL

В сучасних ринкових умовах господарювання перед нафтогазовою галуззю України постають якісно нові вимоги. Екстенсивні чинники зростання виробництва себе практично вичерпали. Головне завдання полягає в тому, щоб компенсувати зменшення приросту запасів нафти і газу підвищенням ефективності виробництва, зростання якого, за наявної ресурсної бази вуглеводнів, у першу чергу можливе за рахунок забезпечення та підтримання експлуатаційної надійності діючого фонду свердловин. Більшість родовищ України належать до важко видобувних, для яких характерні: нестационарний бародинамічний стан покладів, порушена система розробки, велика (до 98 %) обводненість продукції, низькі (2-10 т/д) дебіти пластових флюїдів, жорсткі режими експлуатації, що спричиняють негативні впливи на якість будівництва та подальшу експлуатацію свердловин. Диференціювання поточних пластових тисків за розрізом продуктивного покладу з різнонапірними пластами призводить до складного гідродинамічного стану системи заколонного простору кріплення. Настає безпосередня взаємодія пластів, насичених різними пластовими флюїдами. Ці нестационарні процеси з часом тільки інтенсифікуються, що викликає зниження кінцевої нафтовіддачі пластів, порушення вимог охорони надр та довкілля. За таких умов для забезпечення експлуатаційної надійності свердловини як інженерної споруди визначальний вплив мають конструкція вибою та стан заколонного простору кріплення.

Для забезпечення необхідного рівня надійності кріплення свердловини як інженерної споруди у найрізноманітніших гірничо-геологічних умовах необхідний дуже широкий спектр тампонажних матеріалів та методів регулювання їх технологічних властивостей. Таке поєднання досягається оптимальним поєднанням компонентного вмісту та технологічних особливостей структуроутворення. Це поєднання є дуже важливим з точки зору застосування тампонажного матеріалу, оскільки дозволяє запобігти формуванню флюїдопровідних каналів у товщі цементного кільця, виникненню і подальшому розвитку суфозійних явищ, руйнуванню цементного кільця під дією різноманітних навантажень і, цим самим попередити серйозні ускладнення в процесі будівництва, освоєння та експлуатації свердловин.

Різноманітність цілей застосування таких матеріалів ставить відповідні вимоги до їх властивостей, різні умови використання потребують можливості регулювання цих показників у широкому діапазоні. Основні завдання, що постають при вирішенні цієї проблеми: найбільш повна реалізація потенційних можливостей в'язучого, створення максимально зруйнованої структури в момент доставки розчину в заданий інтервал свердловини, а також його прискорене структуроутворення після завершення технологічної операції. Відповідно до принципів фізико-хімічної механіки, розвинутої академіком П.А. Ребіндером та його школою [1], для отримання матеріалів із певними властивостями необхідно керувати процесами структуроутворення сумішей на початковому етапі – коагуляційній стадії. Оскільки технологічні властивості тампонажних матеріалів у значній мірі визначаються їх фазовим складом і кристалічною структурою змінюючи фазовий склад продуктів гідратації, можна змінювати властивості цементного каменю в широких межах. Шляхом спрямованого структуроутворення можна здійснювати своєрідний «синтез» міцності останнього [2].

З урахуванням особливостей кріплення свердловин нафтогазових родовищ України, а також інноваційного принципу «тандему технологій» як альтернатива застарілим та недостатньо ефективним ПЦТ П-50, ПЦТ-100 та ШПЦС-120 розроблено композиційні тампонажні суміші:

- ТС-50 - суха тампонажна суміш для цементування свердловин за низьких і нормальних температур (15 - 50) °С;
- ТС-100 - суха тампонажна суміш для цементування свердловин за помірних температур (51 - 100) °С;
- ТС-150 - суха тампонажна суміш для цементування свердловин за підвищених температур (101 - 150) °С;

Проведено дослідження особливостей гідратації та вивчення технологічних властивостей композиційних тампонажних матеріалів, табл.

| Тип матеріалу | Порівняльний компонентний склад, % | | | | | | | | | | |
|--|------------------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------------|------|------------------|-------------|------|-------------------------------------|
| | CaO | SiO ₂ | Fe ₂ O ₃ | Al ₂ O ₃ | SO ₃ | K ₂ O + Na ₂ O | MgO | TiO ₂ | CaO вільний | Інші | Питома поверхня, м ² /кг |
| ПЦГ І-100 ВАТ "Волинь-цемент" | 66,39 | 21,3 | 3,5 | 5,25 | 0,91 | 0,86 | 0,71 | 0,18 | - | 0,9 | 280-295 |
| ТС-100 | 57,91 | 26,2 | 2,35 | 5,89 | 0,9 | 0,82 | 1,2 | 0,34 | - | 1,8 | 315-335 |
| Тампонажний матеріал "Шлюмберже" (API) | 46 | 40,6 | 3,03 | 2,87 | 2,6 | 0,33 | 0,52 | 0,17 | - | 3,88 | 310 |
| ТС-150 | 46,8 | 42,7 | 3,67 | 2,6 | 0,7 | 0,86 | 0,53 | - | 0,12 | 2,02 | 315 |

Встановлено, що утворення кристалічної структури композиційних сумішей дещо відрізняється від традиційних тампонажних цементів і починається, коли розмір зародків твердої фази, які виникають на коагуляційній стадії тверднення, перевищує критичний, що визначається хімічною природою фаз твердої системи, ступенем пересичення розчинів гідратних новоутворень і коефіцієнтом поверхневого натягу на межі розподілу фаз. Швидкість утворення кристалічного каркасу регулюється коефіцієнтом дифузії колоїдних частинок з пересичених розчинів гідратних новоутворень до зародків твердої фази. В процесі утворення кристалічної структури за рахунок зрощування мікрочастин і їх росту і зниження міцності внаслідок дії внутрішніх розтягуючих напружень. Вони виникають внаслідок кристалізаційного тиску, зумовленого ростом кристалів, пов'язаних між собою міцними контактами зрощування. Оскільки кристали гідратів композиційних мінералів різні за формою і розмірами елементарних комірок, то в процесі їх росту інтенсивно утворюються лінійні дефекти структури – дислокації невідповідності та точкові дефекти-вакансії. Кристали ростуть перпендикулярно до поверхні в напрямку до найближчих гідратованих частинок в'язучого, та служать центрами нуклеації та кристалізації, та на яких в подальшому відбувається осадження продуктів гідратації. [3].

Оптимальне поєднання полімінеральних компонентів різного генезису забезпечує в умовах свердловини керований синтез цементного каменю з покращеними експлуатаційними властивостями (мінімальне тепловиділення, підвищені щільність структури, міцність і корозійна стійкість, а також здатність до самоармування та самозаліковування дефектів структури, що виникають внаслідок динамічних навантажень під час експлуатації). На даний час для цементування 56 свердловин нафтогазових родовищ України використано понад 6000 т композиційних тампонажних сумішей. Виготовлення останніх відповідно до ТУ У26.6-32571045-001:2011) налагоджено на НВП «Геліос» м. Львів.

Література

1. Булатов А.И. Формирование и работа цементного камня в скважине. - М.:Недра,1990. - 408 с.
2. Савицький М.А., Соболь Х.С., Марків Т.Є. Модифіковані композиційні цементы.- Львів.: НУ «Львівська політехніка», 2010.- 130 с.
3. Кузнецова Т.В., Савченко С.В. Микроскопия материалов цементного производства. - М.:МИКХиС,2007. - 304 с.