УДК 622.245.122

Ю.С.УГОЛЬНИКОВ
Пермский государственный технический университет

ТАМПОНАЖНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ МАГНЕЗИАЛЬНОГО ЦЕМЕНТА ДЛЯ ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ ОБСАДНЫХ КОЛОНН В ОТЛОЖЕНИЯХ ВОДОРАСТВОРИМЫХ СОЛЕЙ

Для надежного и долговечного разобщения соляной толщи от водоносных горизонтов разработаны тампонажные материалы на основе магнезиального цемента. Практическим применением этих материалов доказана их высокая эффективность при цементировании обсадных колонн и ликвидации тампонированием скважин различного назначения.

New backfill materials suitable for long-term and reliable isolation of salt beds and water-bearing horizons are offered. The materials are based on magnesium cement. Tests have proved high efficiency of materials for casing cementing and backfill abandonment of different well.

На территории Пермского региона находится уникальное по запасам и условиям залегания Верхнекамское месторождение калийных солей (ВКМКС). Это месторождение разрабатывается подземным способом и для его сохранности принимается ряд мер, обеспечивающих защиту соляной толщи от попадания в нее подземных вод. В контуре распространения запасов калийно-магниевых солей выявлены значительные запасы нефти. Для комплексного и безопасного освоения недр на территории ВКМКС и одновременной разработки этих геологических объектов необходимо обеспечить в глубоких скважинах надежное и долговечное разобщение соляной толщи от надсолевого и подсолевого водоносных комплексов во вскрываемом геологическом разрезе. Решение этой проблемы может быть достигнуто качественным цементированием обсадных колонн, перекрывающих солесодержащую часть разреза, сложенную каменной солью, сильвинитом, карналлитом.

Отечественный и зарубежный опыт в области крепления скважин в аналогичных горно-геологических условиях свидетельствует, что качественное восстановление сплошности нарушенных скважинами соляного массива и водоносных толщ обеспечивается реализацией комплекса технико-технологических решений и, прежде всего, использованием специальных тампонажных материалов. Тампонажные растворы таких материалов должны обладать реологическими характеристиками, позволяющими приготовить, закачать и продавить его в заколонное пространство в технологически необходимые сроки. Кроме того, во время движения по заколонному пространству они не должны растворять стенки скважины, сложенные солями. При затвердевании тампонажный материал должен образовывать высокопрочный, практически непроницаемый устойчивый в контакте с солями и водами различной минерализации, безусадочный цементный камень, формирующий кристаллохимическую связь как с породами разреза (в том числе и с солями всех разновидностей), так и с обсадными трубами, образуя на границе с ними флюидонепроницаемый контакт.

В наибольшей степени отвечающими этим требованиям следует считать магнезиальные тампонажные материалы – продукт взаимодействия оксида магния с водным раствором хлорида магния (цемент Сореля). На кафедре бурения нефтяных и газовых скважин ПГТУ разработаны два основных базовых состава: РМФТМ (расширяющийся магнезиально-фосфатный тампонажный ма-

териал) и РИМТМ (расширяющийся известняково-магнезиальный тампонажный материал), в которых в качестве вяжущей основы используется порошок магнезитовый каустический марки ПМК-75, ПМК-83, ПМК-87, выпускаемый по ГОСТ 1216-87. Для приготовления РИМТМ может использоваться альтернативное ПМК, специальное магнезиальное вяжущее – порошок бруситовый каустический (ПБК). Тампонажный раствор РИМТМ на основе ПБК отличается более высокой седиментационной стабильностью при одновременном сохранении в течение технологически необходимого времени низких значений консистенции. Это позволяет приготовить и разместить раствор в заколонном пространстве скважины с минимальными временными и энергетическими затратами.

Лабораторные исследования, всесторонне характеризующие свойства раствора-камня РМФТМ и РИМТМ, выполнены в лаборатории крепления скважин кафедры БНГС, в результате были установлены следующие нормативные показатели раствора-камня:

Тампонажный материал:	
Плотность, г/см^3	1820-1870
Начальная консистенция, УЕК, не более	6,0
Условная вязкость, с, не более	60
Фильтратоотдача, см^3/30 мин, не более	15,0
Седиментационная стабильность, кг/м^3, не более	60
Время загустевания до 30 УЕК, мин, не более	90
Сроки схватывания, ч-мин	
начало, не ранее	2-00
конец, не позднее	10-00
Цементный камень:	
Увеличение обьема цементного камня через двое суток, %	0,3-1,0
Предел прочности на сдвиг через двое суток, МПа	0,8
Предел прочности на изгиб через двое суток, МПа	2,7
Проницаемость, мкм^2, не более	0,0005

Исследования выполнены в соответствии с действующим отраслевым стандартом ОСТ-39-051-77 и общепринятыми методиками определения деформационных характеристик цементного камня, а также прочности на сдвиг цементного камня, сформировавшегося в металлической обойме. Лабораторными исследованиями цементного камня РМФТМ и РИМТМ установлена высокая устойчивость к коррозии магнезиальных тампонажных материалов при хранении в различных средах. Испытанию подверглись образцы четырех составов, которые после затвердевания были помещены в различные среды: в изолированную воздушную, в водную (водопроводная), в водные растворы солей хлористого натрия и хлористого магния плотностью 1,20 и 1,28 г/см^3 соответственно. Образцы испытывались на сжатие и изгиб через 2, 7, 30 суток, 3, 6 и 9 месяцев соответственно, вещественный состав цементного камня определяется методом качественного рентгено-фазового анализа.

Анализ результатов выполненных исследований показывает следующее:

- цементный камень в основном представлен пентохлоридом магния;
- значение прочностных характеристик цементного камня полностью соответствует требованиям, предъявляемым к цементному камню, размещаемому за обсадной колонной;
- рост прочности цементного камня наблюдается на протяжении всего срока хранения образцов в воздушной среде, в водных растворах солей хлористого натрия и хлористого магния;
- в водной среде в течение трех месяцев отмечается рост прочности, а в дальнейшем наблюдается стабилизация значений прочностных характеристик.

После проведения всего комплекса лабораторных испытаний тампонажные материалы РМФТМ и РИМТМ были рекомендованы к применению для цементирования технических колонн на нефтяных скважинах на территории ВКМКС. Фактическое применение этих материалов в промысловых условиях свидетельствует о соответствии РМФТМ и РИМТМ всем требованиям, предъявляемым к тампонажным материалам при креплении обсадных колонн в солях. Так, составы РМФТМ и РИМТМ формируют в кольцевом пространстве цементный

камень, обеспечивающий плотный, флюидонепроницаемый контакт с породами соленосной толщи и обсадными трубами. Он надежно отделяет соленосные горизонты от водоносных комплексов, о чем свидетельствуют данные акустической цементометрии (графическое приложение-диаграмма АКЦ) и выбуренные из стенок скважины образцы контакта цементного камня с солями.

Таким образом, можно сделать вывод, что РМФТМ и РИМТМ могут быть рекомендованы для более широкого использования в практике бурения скважин. Применение этих составов возможно не только на территории ВКМКС, но и в любых других регионах, где в разрезе присутствуют соленосные толщи, в том числе и отложения бишофита. Отличная проникающая способность позволяет использовать эти материалы при проведении ремонтно-изоляционных работ, связанных с ликвидацией негерметичности обсадных колонн, заколонных перетоков, ограничением притока воды в скважину и др.

Научные руководители: к.т.н. доц. *Г.М.Толкачев*, *А.С.Козлов*