

МАГНЕЗИАЛЬНЫЙ ТАМПОНАЖНЫЙ МАТЕРИАЛ

А.Е. БОЖЕНОК, Н.А. МИТИНА

Томский политехнический университет

E-mail: anastasiyaruleva1981@mail.ru

Добыча углеводородного энергетического сырья, нефти и газа, концентрируется в основном в регионах со сложными географическими и климатическими условиями. Такие местности характеризуются наличием вечной мерзлоты, скалистостью, повышенным содержанием сероводородной и углекислотной флюидных фаз, а также присутствием в породе минерализованных вод и отложений растворимых солей. В этих условиях при проектировании и возведении скважин необходимо большое внимание уделять качественному цементированию и креплению оборудования при бурении скважин. Для этой цели применяют тампонажный цементный материал – это твердеющая композиция на основе вяжущего вещества, которая при затворении с жидкостью образует раствор, переходящий в камневидное состояние. Среди основных задач, стоящих перед тампонажным материалом на первые места выходят: обеспечение хорошего сцепления как с окружающей породой, так и металлом колонн, герметичности обсадных колонн, изолирования скважин от подземных вод и отделение одного газоносного пласта от другого [1]. Поэтому качественный тампонажный материал должен обладать высокой начальной и конечной прочностью, низкой газопроницаемостью, безусадочностью (объемным расширением), коррозионноустойчивостью в контакте с пластовыми агрессивными средами.

В настоящее время применяемые тампонажные материалы основаны на использовании портландцементного вяжущего, однако, для удовлетворения возрастающих требований по эксплуатационным свойствам в такие материалы необходимо введение большого количества различных добавок, что делает композицию многокомпонентной и дорогостоящей и не всегда в полной мере решаются поставленные задачи. Взамен портландцементных тампонажных материалов могут применяться оксихлоридные (оксисульфатные) магниезиальные тампонажные материалы. Они обладают высокой стойкостью при контакте с водорастворимыми природными солями: галитом, карналлитом, сильвинитом и др.; позволяют проводить цементирование обсадных колонн скважин в мерзлых грунтах, в присутствии агрессивных солевых отложений [2]. Однако, оксихлоридный магниезиальный цемент характеризуется низкой стойкостью по отношению пресной и минерализованной воде, то есть низкой водостойкостью. Для решения этой проблемы можно использовать магниезиальный гидравлический водостойкий цемент, разработанный учеными Томского политехнического университета [3]. Использование в качестве жидкости затворения водный раствор бикарбоната магния позволяет получить магниезиальный цементный камень с водонерастворимыми кристаллическими фазами. Материал отличается плотной водо- и газонепроницаемой структурой. Контакт с минеральными водами, содержащими растворенный углекислый газ дополнительно упрочняет структуру.

В связи с этим целью данных исследований является определение возможности применения гидравлического магниезиального вяжущего в качестве тампонажного материала и определение его основных свойств, соответствующих требованиям нормативных документов.

В качестве исходных компонентов использовали порошок магниезиальный каустический марки ПМК-75 производства ООО «Сибирские порошки» г. Иркутск с содержанием активного оксида магния 75% массовых. Каустический магnezит затворяли водным раствором бикарбоната магния (БКМ), концентрация которого составляла 13-19 г/л.

Оценка гидравлического магниезиального вяжущего как тампонажного материала проводилась по определению следующих параметров:

- 1) оптимальное водотвердое отношение по растекаемости раствора с помощью конуса АЗНИИ. Для этого были приготовлены магниезиальные растворы с $V/T = 0,5-0,8$;
- 2) плотность тампонажного магниезиального раствора оптимального состава;

- 3) водоотдача тампонажного магниезиального раствора оптимального состава;
- 4) прочностные характеристики затвердевшего тампонажного магниезиального материала оптимального состава. Для этого из магниезиальной смеси формовались образцы-балочки размером 2×2×10 см. После 2 суток твердения в воздушно-влажных условиях образцы испытывались на прочность при изгибе и сжатии;
- 5) коэффициент водостойкости по отношению прочности при сжатии образцов, твердевших в воде к прочности при сжатии образцов, твердевших на воздухе.

Результаты испытаний и сравнение их с нормативными данными приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты испытаний магниезиального тампонажного материала

Критерии	Тампонажный материал на основе магниезиального вяжущего	Требования к тампонажному материалу согласно ГОСТ 1581-96
Плотность	1,57 г/см ³	Облегченный – 1.4-1.65 г/см ³ Утяжеленный – свыше 2.3 г/см ³
Растекаемость	220 мм при В/Т=0,65 (при нормальной густоте магниезиального цементного теста 0,46)	Не менее 200 мм при В/Т=0,50 (при нормальной густоте цементного теста 0,25 - 0,30)
Водоотделение	4 мл	Не более 7 мл
Прочность при изгибе на 2 сут.	1,6-2,2 МПа	Для облегченных не менее 0.7 МПа Для тяжелых не менее 2,7 МПа

Изучение специфики предлагаемых материалов показало, что для обеспечения коррозионной стойкости и сопротивления воде необходимо сформировать в процессе твердения вяжущего водостойкой структуры из водонерастворимых соединений. В результате твердения вяжущей композиции из каустического магнетита MgO и раствора Mg(HCO₃)₂ образуются гидрокарбонаты магния с общей формулой MgCO₃·Mg(OH)₂·nH₂O или MgCO₃·nH₂O. Данные соединения нерастворимы в воде, создают прочную водостойкую непроницаемую структуру магниезиального цементного камня, способного твердеть во влажных и водных условиях. Показатели по коэффициенту водостойкости больше 1, оксихлоридное магниезиальное вяжущее – 0,75-0,8. В силу этого композицию гидравлического магниезиального вяжущего можно использовать в качестве тампонажного материала, особенно в присутствии минерализованных (карбонатных) вод и солевых растворов. Цементный магниезиальный камень характеризуется регулируемыми сроками схватывания – конец схватывания не позднее 8 часов, высокой прочностью при твердении в воде до 35 МПа, высоким сродством с вмещающими породами, а, следовательно, высоким сцеплением с породой, высокой водостойкостью и коррозионностойкостью в солевых растворах. Одним из основных достоинств разработки является полная экологичность применяемых материалов – получаемые в результате соединения являются полными аналогами существующих в природе.

Список литературы

1. Агзамов Ф.А., Измухамбетов Б.С., Каримов Н.Х., Мавлютов М.Р. Повышение долговечности тампонажного камня в агрессивных флюидах нефтяных и газовых скважин. – Самара: Изд-во Самарского фил. секции «Строительство» РИА, 1998. – 272 с.
2. Г.М. Толкачев, А.С. Козлов, А.М. Шилов, А.В. Анисимова Перспективы использования магниезиальных тампонажных материалов при освоении недр подземными горными выработками. // Вестник КРСУ. - 2016. - Том 16. № 1. – С. 187-189.
3. Митина Н. А., Лотов В. А. Формирование структуры цементного камня при гидратации и твердении гидрокарбонатного магниезиального вяжущего // Строительные материалы. - 2017 - №. 8. - С. 68-73.