

УДК 622.245

**Ф. А. Агзамов**, д.т.н., профессор, e-mail:faritag@yandex.ru; **В.В. Бабков**, д.т.н., профессор, e-mail:askargaisin@yandex.ru, Уфимский государственный нефтяной технический университет; **И.Н. Каримов**, к.т.н., директор по производству, ООО «Цементные Технологии», e-mail:kin\_nilk@bk.ru

## О НЕОБХОДИМОЙ ВЕЛИЧИНЕ РАСШИРЕНИЯ ТАМПОНАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Рассматривается применение расширяющихся тампонажных цементов для повышения качества крепления скважин. Обсуждаются требования к состоянию скважины, кинетике расширения цемента и рациональная величина расширения.*

В последние годы для повышения качества крепления нефтяных и газовых скважин нефтяные компании стали широко практиковать применение расширяющихся тампонажных материалов. Данная идея не нова, и она начала активно пропагандироваться и разрабатываться с 70-х годов прошлого века [1, 2].

Пионерами в получении расширяющихся цементов были строители, которые на двадцать лет раньше нефтяников разработали много рецептур расширяющихся и напрягающихся цементов [3, 4, 5].

Однако в те годы расширяющиеся тампонажные материалы не получили широкого распространения, главным образом из-за того, что ввод расширяющих добавок необходимо было проводить в условиях буровой или в лучшем случае – на базе бурового предприятия.

Заводское приготовление расширяющихся тампонажных цементов началось в нынешнем столетии с появлением небольших независимых производителей специальных цементов, имеющих технологические линии с необходимыми дозаторами и узлами смешения готовой продукции.

В то же время значение необходимой величины расширения тампонажного материала до настоящего времени остается дискуссионным.

В общем случае принцип получения любого расширяющегося цемента достаточно прост. Внутри образующейся структуры цементного камня образуется вещество (соединение), имеющее объем больше первоначального. В результате увеличения объема расширяющей добавки происходит раздвижка кристаллов твердеющего цемента, выходящаяся в увеличении его объема.

При этом важно согласование кинетики гидратации базового цемента и кинетики гидратации (увеличения объема) расширяющей добавки.

Быстрая гидратация расширяющей добавки (до образования структуры цементного камня) не приведет к расширению цементного камня, поскольку энергия расширения уйдет на раздвижку зерен цемента или несвязанных продуктов твердения, находящихся еще в цементно-водной суспензии.

Поскольку при креплении скважин процесс приготовления, закачки и продавки тампонажного раствора составляет несколько часов, то при определении расширения цементного камня необходимо моделировать вышеуказанные процессы, проводя измерения расширения только через несколько часов перемешивания тампонажного раствора.

Поздняя гидратация расширяющей добавки может привести к разрушению цементного камня, поскольку в цементном камне возникает прочная кристаллизационная структура, которая может не выдержать внутренних напряжений при увеличении объема расширяющего компонента.

Поэтому для тампонажных цементов считается оптимальным получать расширение в период 1–3 суток, когда структура базового вяжущего еще достаточно эластична. Естественно, что с ускорением твердения цементов и увеличением прочности цементного камня активный период расширения должен сокращаться.

Выбор компонентов для получения расширяющих добавок также невелик.

В первую очередь это оксиды кальция и магния, обеспечивающие оксидное

расширение за счет образования гидроксида кальция и гидроксида магния, имеющих больший объем по сравнению с первоначально взятыми оксидами. Кинетика гидратации оксидов кальция и магния регулируется температурой обжига известняка и магнезита [1].

Другой тип расширения – сульфоалюминатный – обеспечивается образованием в твердеющем цементном камне избыточного количества гидросульфоалюмината кальция (эттрингита), образующегося при взаимодействии продуктов гидратации алюминатных вяжущих и гипса [5].

Третий тип расширения – за счет применения газовыделяющих добавок – в практике строительства скважин неприемлем, поскольку при высоких давлениях образующийся газ может растворяться в поровой жидкости цементного камня.

Расширяющиеся цементы – это особый вид вяжущих материалов, которые изначально не укладываются в требования ГОСТ. Например, ни один хороший расширяющийся цемент не должен выдерживать контроля на равномерность изменения объема, определяемый кипячением образцов – лепешек.

В литературе имеются сведения о получении тампонажных материалов с самыми различными значениями величины расширения. Например, В.С. Данюшевский приводит пример цемента с расширением более 15%. Немало публикаций – с описанием цементов с расширением 7–8%. Однако в этих публикациях отсутствуют данные о кинетике расширения и методике проведения исследований. Есть сильные основания предполагать, что расширение происходило в первые



Компания АКРУС<sup>®</sup> - российский разработчик и производитель противокоррозионных защитных лакокрасочных материалов марки АКРУС<sup>®</sup>, специального и промышленного назначения.

**ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ:**

- Нефтехимическая индустрия
- Нефтегазодобывающая промышленность
- Судостроение
- Машиностроение
- Мостостроение
- Гражданское строительство.



Срок службы покрытий не менее 15–20 лет в зависимости от категории коррозионности окружающей среды, что подтверждено испытаниями профильных институтов. Материалы марки АКРУС<sup>®</sup> отличаются значительной износо- и атмосферостойкостью к различным погодным условиям и экологическим воздействиям, разработанные с использованием инновационных технологий в соответствии со стандартами ISO, ASTM, ГОСТ РФ. Мы производим только защитные покрытия. Это позволяет нам концентрироваться на особенностях их изготовления и потребления.

**ISO 9001  
2008**

117420, г. Москва, ул. Намёткина, д. 105  
Тел./факс: +7 (495) 363-56-69  
e-mail: info@akrus-akz.ru  
**www.akrus-akz.ru www.akrucy.pф**

часы после затворения цемента, а изменения проводились без предварительного перемешивания цементов.

Обращаясь к механизму расширения цементов, отметим, что оно происходит за счет увеличения объема расширяющей добавки, вызывающей растягивающие напряжения в структурном каркасе цементного камня. Цементный камень хорошо работает на сжатие, хуже – на изгиб и совсем плохо – на растяжение. Соотношение между пределами прочности цементного камня указанным нагрузкам можно приблизительно оценить как: 100:10:1, т.е. цементный камень более чем в сто раз хуже сопротивляется растягивающим напряжениям по сравнению с сжимающими.

Чем больше величина расширения, тем больше вероятность разрушения цементного камня в условиях свободного расширения. Поэтому в строительной практике, применяя расширяющиеся цементы для заделки швов или стыков, никогда не применяют цементы с величиной расширения более 1,5–2,0% и даже не рассматривают их получение. Применительно к креплению скважин применение расширяющихся цементов рассматривалось как способ повышения качества крепи за счет повышения герметичности контактных зон цементного камня (обсадная колонна и стенка скважины). При этом очевидно, что их применение не даст положительных результатов в интервалах с толстой глинистой коркой или интервалах каверн, т.е. там, где пространство для расширения больше, чем величина самого расширения. В межколонном пространстве или в интервалах плотных пород расширяющиеся цементы, несомненно, повысят напряженность контакта с сопредельными по-

верхностями, поскольку свободного пространства для расширения не будет.

В этом случае внутри цементного камня будут возникать дополнительные внутренние напряжения (например, как в закаленном стекле), которые не смогут релаксироваться, залечиваться дополнительно гидратирующим материалом и будут сохраняться внутри камня, повышая его хрупкость. Причем чем выше величина расширения, тем больших значений достигают опасные внутренние напряжения. Поэтому в скважинах, зацементированных цементами с большой величиной расширения, через некоторое время (несколько месяцев) или проведении работ внутри обсадной колонны следует ожидать значительного ухудшения герметичности крепи по сравнению со скважинами, зацементированными нерасширяющимися цементами. В этой связи следует более осмотрительно подходить к значениям расширения цементного камня, находящегося в затрубном пространстве скважин. Необходимо, чтобы расширение, обеспечивая герметичный контакт, создавало небольшие внутренние напряжения, которые не разрушат цементный камень, или образовавшиеся микротрещины могли быть залечены при продолжающейся гидратации цемента.

В этой связи полагаем, что расширение 1,5–2,5% должно быть достаточным для расширяющихся тампонажных цементов. Для высокотемпературных скважин, в которых образуется более прочный цементный камень, расширение не должно превышать 1,0–1,5%.

**АВТОРЫ СТАТЬИ ПРИГЛАШАЮТ  
ВСЕХ ЖЕЛАЮЩИХ К ДИСКУССИИ  
ПО ДАННОМУ ВОПРОСУ.****Литература:**

1. Данюшевский В.С., Алиев Р.М., Толстых И.Ф.. *Справочное руководство по тампонажным материалам.* – 2-е изд. – М.: Недра, 1987.
2. Каримов Н.Х., Данюшевский В.С., Рахимбаев Ш.М. *Разработка рецептур и применение расширяющихся тампонажных цементов: Обзорная информация.* – М.: ВНИИОЭНГ, 1980. – 50 с.
3. Рояк С.М., Рояк Г.С. *Специальные цементы.* – М.: Стройиздат, 1983.
4. Кузнецова Т.В., Кудряшов И.В., Тимашев В.В. *Физическая химия вяжущих материалов: учебник для вузов.* – М.: Высшая школа, 1989.
5. Кузнецова Т.В. *Алюминатные и сульфоалюминатные цементы.* – М.: Стройиздат, 1986.

**Ключевые слова:** цементование скважин, качество крепления, цементы, расширение.