

К методике испытания расширяющихся тампонажных материалов



Х.В. Газизов (ООО НПП «БУРИНТЕХ»),
Е.Л. Маликов (ООО «БашНИПНефть»)

On the method of test of expanding oil-well materials

Kh.V. Gazizov (Scientific and Production Enterprise BURINTEKH LLC),
E.L. Malikov (BashNIPNefft OOO)

The factors affecting the strength parameters of cement stone of expanding oil-well materials are considered. The effect of temperature and time of cement slurry being in motion on the properties of oil-well material with an expanding additive of SIGB brand is investigated.

Ключевые слова: спеццемент, расширяющаяся тампонажная добавка, методика испытания.
Адрес для связи: gazizovhv@burinteh.com

Расширяющиеся тампонажные материалы (РТМ) находят все большее применение при строительстве скважин. При цементировании скважин в условиях нормальных и умеренных температур наиболее широко используются оксидные расширяющиеся добавки (оксиды кальция и магния). РТМ позволяют улучшить герметичность крепи скважин за счет повышения напряжения в зонах контакта цементного кольца с колонной и стенкой скважины. Эффект расширения обусловлен тем, что конечные продукты гидратации оксидов кальция и магния имеют больший объем, чем суммарный объем исходных веществ.

Нередко применение РТМ ограничивается низкой прочностью цементного камня. В соответствии с ГОСТ 1581-96 образцы цементного камня после 1 сут твердения во влажной среде извлекают из форм и помещают в воду. В результате, если расширяющее действие добавки продолжается более 1 сут, то оно замедляет набор прочности цементным камнем или даже снижает прочность, поскольку при гидратации расширяющейся добавки нарушается процесс формирования структуры цементного камня.

Другим фактором, также влияющим на показатели прочности цементного камня из РТМ и его расширение, является длительность нахождения раствора в движении до завершения цементирования. В работах [1, 2] отмечается, что с увеличением времени цементирования эффект от расширения РТМ может существенно уменьшиться или даже отсутствовать, так как гидратация расширяющейся добавки начинается с момента затворения цемента и может завершиться ко времени доставки раствора до места назначения. В существующих нормах по испытанию тампонажных материалов эти особенности не учитываются.

Для получения наибольшего эффекта от применения указанных добавок расширение РТМ должно продолжаться и после того, как цементный раствор доставлен до места назначения, поскольку напряженность контакта цементного кольца со стенками скважины может возникать только тогда, когда расширение раствора-камня продолжается в процессе ожидания затвердевания цемента (ОЗЦ). Темпы гидратации расширяющихся добавок на основе оксида кальция зависят от температуры обжига и температурных условий твердения тампонажного раствора [3].

Авторами было исследовано влияние температуры и времени нахождения тампонажного раствора в движении на свойства тампонажных материалов с расширяющейся добавкой марки «СИГБ». Установлено, что время движения тампонажного раствора влияет на прочность цементного камня и показатели его расширения. Процесс цементирования скважины от начала приготовления тампонажного раствора до его завершения может продолжаться от 1 до 2 ч и более. По ГОСТ 1581-96 минимальное время загустевания раствора до 30 единиц консистенции Бердена составляет не менее 90 мин. Это время было принято за основу для исследования влияния времени цементирования на свойства РТМ.

Влияние технологических операций приготовления и доставки тампонажного раствора до затрубного пространства на его свойства в лабораторных условиях моделировалось испытанием раствора в консисометре при температуре, соответствующей температуре его приготовления и транспортировки в колонне и затрубном пространстве. Был испытан РТМ следующего состава: тампонажный цемент марки ПЦТ-1-G – 92,5 %, расширяющаяся добавка марки «СИГБ» – 7,5 % массы смеси при водосмесевом отношении (В/С), равном 0,45. Исследовано влияние на свойства РТМ температуры тампонажного раствора (от 20 до 75 °С) при времени его перемешивания в консисометре (КЦ) не менее 90 мин.

Как видно из рис. 1, после перемешивания тампонажного раствора в КЦ показатели прочности цементного камня снижаются. При этом прочность на изгиб снижается на большую величину, чем прочность на сжатие. Например, при температуре 22 °С после 2 ч перемешивания раствора в КЦ прочность цементного камня на изгиб снизилась с 4,9 до 3,4 МПа, на сжатие – с 18,6 до 16,7 МПа, при температуре 40 °С – соответственно с 7,5 до 6,4 МПа и с 26,9 до 24,4 МПа.

Введение расширяющихся добавок в тампонажный цемент существенно снижает прочность цементного камня (рис. 2). Это связано с внутренними напряжениями в его структуре, которые возникают в результате увеличения в нем объема расширяющейся добавки. Так, прочность цементного камня на изгиб для состава с содержанием 7,5 % расширяющейся добавки марки «СИГБ» после 2 сут твердения при температуре 22 °С составила лишь

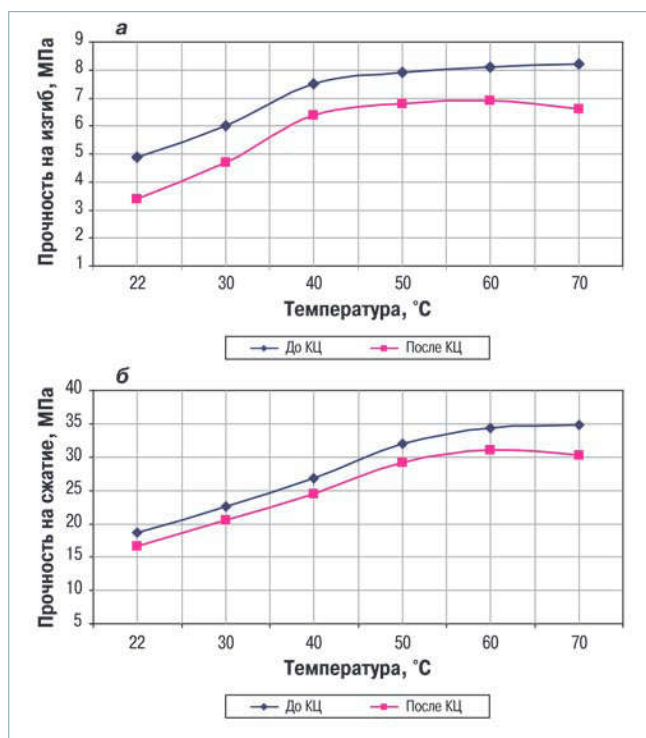


Рис. 1. Зависимость прочности базового цементного камня на изгиб (а) и сжатие (б) от температуры до и после испытания его в КЦ

0,46 МПа (см. рис. 2, а), что ниже требований ГОСТ 1581-96. Прочность цементного камня на изгиб для базового цемента без расширяющейся добавки составляет 4,9 МПа.

После перемешивания тампонажного раствора с расширяющимися свойствами в КЦ прочность цементного камня повышается. Наибольшие различия в показателях прочности РТМ после перемешивания в КЦ наблюдаются при низких температурах. Например, при температуре 22 °С для состава, содержащего 7,5 % расширяющей добавки марки «СИГБ», прочность на изгиб после перемешивания в КЦ повысилась от 0,46 до 2,1 МПа, на сжатие – от 3,9 до 9,8 МПа. С повышением температуры до 30 °С прочность цементного камня на изгиб для цементного раствора с РТМ после 2 ч перемешивания в консисометре повышается от 1,3 до 2,85 МПа, на сжатие – от 7,9 до 11,8 МПа. При увеличении температуры до 40 °С прочность цементного камня на изгиб для расширяющихся составов повышается до 4,1 МПа. При дальнейшем увеличении температуры прочность цементного камня на изгиб повышается незначительно.

Прочность на сжатие для составов с расширяющимися добавками в зависимости от температуры твердения и перемешивания в КЦ возрастает с повышением температуры до 60 °С, а при дальнейшем увеличении температуры снижается (см. рис. 2, б). Причиной, видимо, является загустевание тампонажного раствора до 30 единиц консистенции Бердена, что наблюдается также для чистого цементного раствора (см. рис. 1).

Повышение прочности цементного камня из РТМ после испытаний в КЦ объясняется уменьшением негативного воздействия расширяющейся добавки в результате того, что в процессе перемешивания активность добавки снижается из-за ее гидратации, это также уменьшает показатели расширения цементного камня.

Сравнение результатов, представленных на рис. 1 и 2, показывает, что отличительной особенностью РТМ на основе добавки марки «СИГБ» после испытания тампонажного раствора в КЦ является повышение прочности цементного камня как на изгиб, так и на сжа-

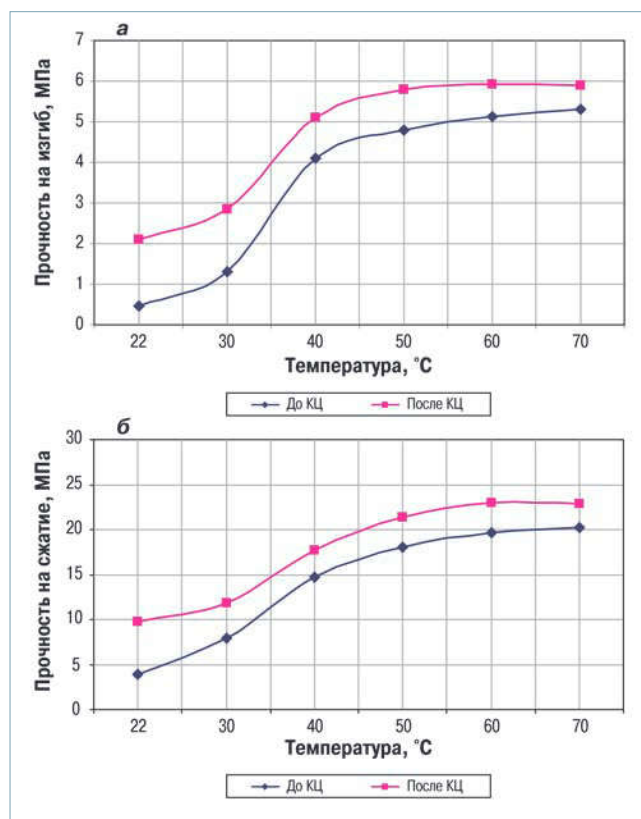


Рис. 2. Зависимость прочности цементного камня из РТМ на изгиб (а) и сжатие (б) от температуры до и после его испытания в КЦ

ти. Показатели прочности базового цементного раствора после испытания в КЦ снижаются. Следовательно, показатели РТМ (прочность цементного камня и его расширение) в результате движения тампонажного раствора в процессе цементирования отличаются от показателей, получаемых при испытании в лабораторных условиях в соответствии с существующими нормами.

По ГОСТ 26798.1-96 все показатели тампонажного раствора и цементного камня определяются для свежеприготовленного раствора без учета реальных воздействий, которым подвергается тампонажный раствор при цементировании обсадных колонн. Если для обычного тампонажного цемента эти воздействия не такие значительные, то для составов с расширяющимися добавками они существенны. Показатели расширения для РТМ также определяются для свежеприготовленной тампонажной смеси, что приводит к их завышению. В КЦ по ГОСТ 26798.1-96 определяется лишь время загустевания тампонажного раствора. Результаты исследований показывают, что время движения тампонажного раствора влияет не только на его реологические показатели, но и на прочность и расширение цементного камня.

Из полученных результатов следует, что рассматриваемый тампонажный материал с расширяющимися свойствами в соответствии требованиями ГОСТ 1581-96 по прочности можно применять лишь при температуре более 30 °С. Однако исследования показывают [4, 5], что условия твердения цементного камня из РТМ также влияют на показатели его прочности. При твердении образцов цементного камня из РТМ в ограниченном объеме до момента испытания, что больше соответствует условиям скважины, показатели его прочности существенно повышаются, а показатели проницаемости снижаются.

Основными преимуществами РТМ являются его расширение в процессе ОЗЦ и формирование напряженного контакта цементного кольца со стенками скважины, что улучшает герметичность

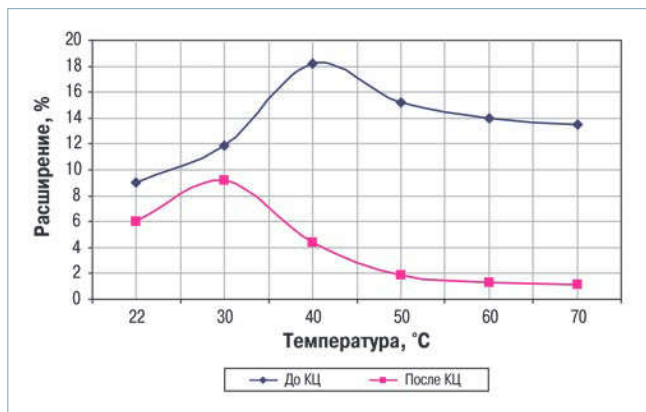


Рис. 3. Зависимость расширения цементного раствора-камня из РТМ от температуры до и после испытания тампонажного раствора в КЦ

крепи скважины. Исследования влияния длительного перемешивания тампонажного раствора из РТМ на расширение цементного камня (рис. 3) показывают, что после перемешивания в КЦ расширение цементного раствора-камня намного меньше. Расширение цементного раствора-камня после испытания в КЦ также зависит от температуры твердения. С ее повышением даже при сокращении времени испытания в КЦ расширение цементного камня снижается. Наибольшее расширение после испытания в КЦ для состава с содержанием добавки марки «СИГБ» в количестве 7,5 % наблюдалось при температуре до 30 °C.

Сокращение времени движения тампонажного раствора с расширяющимися свойствами или времени цементирования позволяет увеличить эффективность расширения раствора-камня, так как зависимости расширения от времени движения раствора

будут находиться между представленными на рис. 3 двумя кривыми. Чем быстрее будет проведено цементирование, тем меньшая часть расширяющейся добавки прогидратирует в процессе этой технологической операции, а оставшаяся активная ее часть будет обеспечивать расширение цементного камня. При увеличении времени цементирования (более 90 мин) расширение будет еще меньше, и эффект от применения РТМ с увеличением времени цементирования снизится.

По результатам исследований для применения РТМ на основе оксидной добавки марки «СИГБ» в количестве 7,5 % и цемента марки ПЦТ-Г оптимальной является температура от 22 до 50-60 °C, при которой расширение цементного камня после процесса цементирования составит не менее 1,3 %.

Список литературы

1. Тампонажные смеси для скважин с аномальными пластовыми давлениями / Н.Х. Каримов, Б.Н. Хахаев, Л.С. Запорожец (и др.). – М.: Недра, 1977. – 192 с.
2. Крылов Д.А. Некоторые причины неплотного контакта цементного камня с обсадными трубами // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 1993. – № 5.
3. Данюшевский В.С. Проектирование оптимальных составов тампонажных цементов. – М.: Недра, 1978. – 293 с.
4. Данюшевский В.С., Алиев Р.М., Толстых И.Ф. Справочное руководство по тампонажным материалам. – М.: Недра, 1987. – 373 с.
5. Газизов Х.В., Газизов Ш.Х. Повышение качества крепления скважин и охрана недр и окружающей среды // Всероссийская научно-практическая конференция «УРАЛЭКОЛОГИЯ. ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ – 2005». – Уфа-Москва, 2005. – С. 118-120.

научно-производственное предприятие
БУРИНТЕХ

корпус долота изготовлен из твердого спеченного сплава, позволяющегократно повысить эрозивную стойкость корпуса, возможность его многократного использования, режущая структура долота снижает риск падения механической скорости при чередовании пород.

породоразрушающий рдс-инструмент
фрезерный инструмент
ясы, керноотборные снаряды
интегрированный сервис

www.burintekh.com

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В БУРЕНИИ

МОДЕЛЬ: BUT - 220,7 BT B19 L1002

- КОЛИЧЕСТВО ЛОПАСТЕЙ 6
- рдс резцы
наивысшей обрабатываемости
- сменные насадки
- корпус из твердого сплава [матричный]
- присоединительная резьба 3-117

450029, Россия, Республика Башкортостан,
г. Уфа, ул. Юбилейная, 4/1
Тел.: (347) 246-08-72, факс: (347) 291-25-33