



ВЛИЯНИЕ РАСШИРЯЮЩИХСЯ ДОБАВОК НА КОНТРАКЦИЮ ТАМПОНАЖНЫХ ЦЕМЕНТОВ

ГАЗИЗОВ Хатим Валиевич

Заведующий лабораторией крепления скважин ООО НПП «БУРИНТЕХ»

Негативное влияние контракции на герметичность крепи скважины в основном известно, но до сих пор нет достаточно действенных рекомендаций по уменьшению влияния данного явления на крепь скважины.

В статье предлагается компенсировать усадочные явления в тампонажном растворе введением расширяющихся добавок. В результате проведенных исследований установлено, что применение расширяющихся добавок на основе СаО позволяет снизить контракцию в тампонажном растворе в процессе его загустевания и твердения и тем самым уменьшить негативное влияние контракции на качество цементирования скважин.

Одной из основных причин снижения качества цементирования скважин считается контракция, которая проявляется в уменьшении объема тампонажного раствора при его гидратации. Контракция начинается практически с момента затворения цемента. На начальном этапе контракцию можно оценивать как по изменению объема тампонажного раствора во времени, так и по увеличению его плотности. На практике чаще контракция определяется по суммарному уменьшению объема двух фаз цементного раствора и воды. Исследования показывают, что в такой системе уменьшение суммарного объема может продолжаться очень долго (до года и более), хотя объем цементного камня после затвердевания раствора, продолжающего впитывать воду, практически остается постоянным.

Уменьшение объема и увеличение плотности тампонажного раствора до его загустевания, пока тампонажный раствор находится в жидком состоянии, не оказывают отрицательного влияния на крепь скважины. Снижение давления тампонажного раствора под влиянием контракции возникает в связи с повышением его вязкости и «зависанием». В период ожидания затвердевания цемента (ОЗЦ) в результате того, что на нижних участках затрубного пространства скважины температура выше, ускоряется гидратация клинкерных минералов, что проявляется в увеличении темпов снижения гидростатического давления.

В начальный период, когда тампонажный раствор характеризуется низкой вязкостью, уменьшение его объема сопровождается снижением уровня раствора в скважине. С увеличением вязкости раствора со временем в результате его гидратации из-за возрастания гидравлического сопротивления процесс снижения давления начинает ускоряться. Затем, по мере загустевания тампонажного раствора снижение давления происходит без снижения уровня раствора в заколонном пространстве, что повышает темпы снижения давления в затрубном пространстве, занятом тампонажным раствором. При снижении давления цементного

раствора ниже пластового происходит прорыв пластового флюида в тампонажный раствор, что приводит к прорыву газа или возникновению перетоков. Анализ показывает, что более 80% заколонных проявлений возникает на начальной стадии твердения цемента в период ОЗЦ [1].

По мере загустевания и набора цементным камнем прочности гидростатическое давление тампонажного раствора начинает восприниматься твердеющей структурой цементного камня и давление тампонажного раствора на стенки скважины снижается. При снижении давления в затрубном пространстве в результате контракции происходит также обратная упругая деформация колонны и стенок скважины.

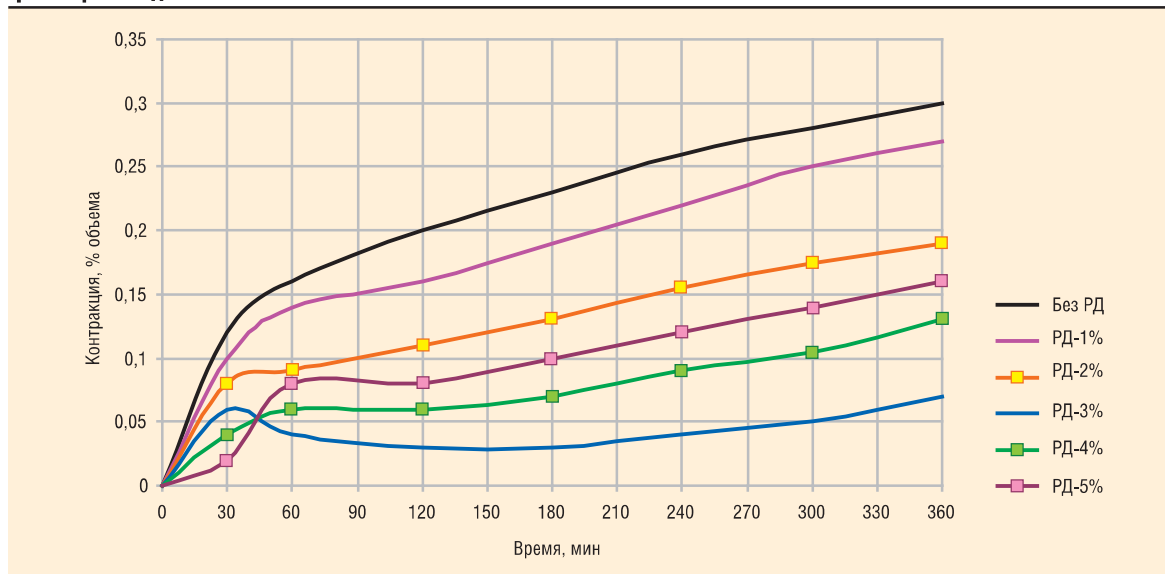
Таким образом, отрицательное влияние контракции на качество крепи скважины в основном проявляется в период от начала загустевания тампонажного раствора до конца схватывания. Чем короче будет промежуток от начала загустевания и схватывания тампонажного раствора до набора им прочности в период ОЗЦ, тем меньше будет влияние контракции на качество крепи скважины. Учитывая, что отрицательное влияние контракции проявляется из-за уменьшения объема или усадки твердеющего тампонажного раствора, можно компенсировать усадку введением в тампонажный состав расширяющихся добавок.

МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ КОНТРАКЦИИ

Существующие методы снижения контракции за счет введения инертных добавок, как правило, приводят к снижению прочности цементного камня, так как они в основном связаны с уменьшением доли активного цементного клинкера в тампонажном растворе. При этом ухудшаются некоторые другие показатели тампонажного материала, в частности, повышается проницаемость цементного камня, что отрицательно сказывается на герметичности цементного кольца и его коррозионной стойкости.

Опыт цементирования скважин на газоконденсатном месторождении «Амангельды» в Южном Казахстане показал эффективность расширяющихся тампонажных материалов (РТМ) для предотвращения межколонных давлений и грифонов. Для повышения качества крепления скважин и предупреждения межколонных давлений была предложена комплексная технология заканчивания скважин [2, 3], которая включала гидроакустическую обработку ствола скважины, применение расширяющегося цемента, применение цементного раствора с пониженной водоотдачей, опрессовку обсадной колонны сразу после «стопа», противодействие во время ОЗЦ, применение вязко-упругой системы (ВУС) в качестве буферной жидкости и в качестве вязко-упругого пакера (ВУ-пакер)

Рис. 1. Влияние количества расширяющейся добавки марки «СИГБ» на контракцию в системе «тампажный раствор — вода»



для исключения миграции газа как по самому цементному камню, так и по его контактному зонам для предупреждения МКД.

РЕАЛИЗАЦИЯ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЗАКАНЧИВАНИЯ СКВАЖИН

В приведенной комплексной технологии применение расширяющегося тампажного цемента и ВУ-пакера были направлены на предупреждение МКД. Однако применение ВУС привело к осложнениям при цементировании [4] и от него пришлось отказаться. Дальнейшие работы по цементированию скважин без применения ВУС показали, что для предотвращения МКД достаточно только применения РТМ. По замыслу авторов применение ВУ-пакера должно было исключить отрицательные последствия контракции, однако анализ показывает, что чередование ВУ-пакера с тампажным раствором не может ни уменьшить, ни предотвратить контракцию. Так как ВУС состоит более чем на 96-97% из воды, твердеющий тампажный раствор будет забирать воду не только из пласта, но и из вязко-упругой системы, находящейся в затрубном пространстве, что приводит к ее обезвоживанию, усадке и растрескиванию. В результате ВУС перестает выполнять свои функции непроницаемого для газа и флюида барьера.

После того как в конце 2003 года было принято решение отказаться от использования ВУС в качестве как буферной жидкости, так и ВУ-пакера, осложнений при цементировании не возникало. Предотвращение

МКД на скважинах газоконденсатного месторождения «Амангельды» обеспечивалось применением тампажной композицией с расширяющимися свойствами.

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК НА ОСНОВЕ СаО НА КОНТРАКЦИЮ

Введение расширяющихся добавок в тампажный состав приводит к расширению раствора-камня в процессе ОЗЦ, что позволяет компенсировать усадочные явления не только в самом цементном камне, но и в глинистой корке [5], что повышает герметичность крепи скважины.

Возникает вопрос, как влияют расширяющиеся добавки на основе СаО на контракцию тампажного раствора? С целью определения влияния расширяющейся добавки марки «СИГБ» на контракцию в твердеющем тампажном растворе были проведены исследования тампажных растворов с различным количеством расширяющей добавки. Расширение тампажного раствора-камня с различным содержанием расширяющейся добавки приведено в таблице 1.

Расширение тампажного раствора при нормальной температуре начинается только через 60 минут после затворения. С увеличением содержания расширяющейся добавки увеличивается и расширение твердеющего раствора-камня. Заметное расширение наблюдается только при содержании добавки в составе тампажной смеси более 2%.

На рис. 1 представлены зависимости величины контракции во времени для чистого цемента и цемент-

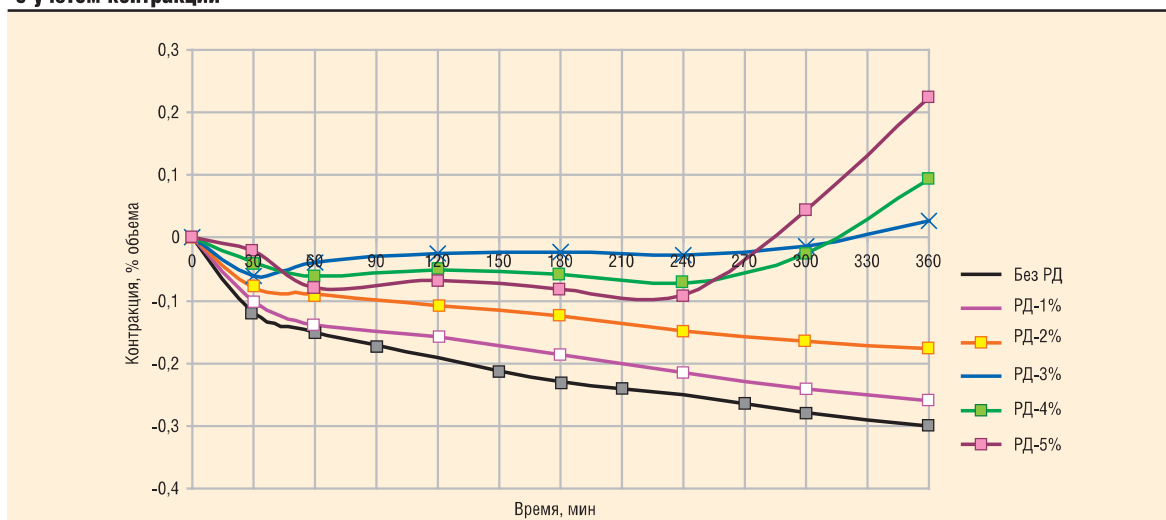
Таблица 1

Содержание «СИГБ», %	Расширение тампонажного раствора-камня, мм, во времени, мин							
	0	30	60	120	180	240	300	360
1	0	0	0	0,04	0,08	0,15	0,21	0,26
2	0	0	0	0,05	0,11	0,17	0,26	0,36
3	0	0	0	0,10	0,18	0,30	0,98	2,5
4	0	0	0	0,22	0,32	0,45	2,1	5,8
5	0	0	0	0,30	0,47	0,75	4,8	10,0
7,5	0	0	0	0,44	0,62	0,98	5,7	13,2

та с массовым содержанием расширяющейся добавки «СИГБ» от 1 до 5%. Из приведенных данных видно, что базовый состав тампонажного раствора без добавок характеризуется максимальным значением контракции. Уже через 30 минут после затворения уменьшение суммарного объема системы «тампонажный раствор — вода» составила около 0,12%, и в дальнейшем значения контракции для данного состава были максимальными. Замеры контракции через 30 мин после затворения показывают, что ее величина снижается с увеличением количества добавки. Наименьшую контракцию имел состав, содержащий наибольшее количество добавки «СИГБ» (5%). Однако через некоторое время картина меняется. Уже

после 30 минут контракция состава с добавкой в количестве 5% начинает расти более быстрыми темпами и к 60-ой минуте по темпу роста контракции данный состав уступает лишь составу с 2% «СИГБ». Наименьшее значение контракции к 60-ой минуте имел состав с 3% добавки. Необходимо заметить, что для этого состава через 30 мин после затворения наблюдается обратная контракция, т.е. величина контракции для данного состава с 30 до 150 мин после затворения не увеличивается, а снижается. Рост контракции начинается только через 150 мин после затворения. Величина контракции для всех составов с добавкой «СИГБ» на протяжении опытов сохраняется меньшей, чем у базового состава, что свидетельствует

Рис. 2. Влияние расширяющейся добавки «СИГБ» на объемные изменения тампонажного раствора-камня с учетом контракции



450029, Россия,

Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Юбилейная, 4/1, а/я 10645

тел. +7 (347) 260-87-90, 291-25-30, факс +7 (347) 243-35-00, 291-25-33

E-mail: bit@burinteh.com, burinteh@ufacom.ru

http: www.burintekh.com

ет о компенсации контракционного эффекта расширяющейся добавкой в тампонажном цементе.

Влияние добавки «СИГБ» в разной концентрации на контракцию в представленных выше опытах проводилось в системе «тампонажный раствор — вода», однако необходимо учитывать, что с началом образования структуры в тампонажном растворе начинается его расширение. Для определения объемных изменений в тампонажном растворе в процессе твердения совместим контракцию и расширение этих составов (рис. 2). Из рисунка видно, что объем тампонажного раствора-камня в процессе твердения для составов с расширяющейся добавкой остается меньшим, чем у базового состава.

После твердения цементного раствора и образования цементного камня процессы гидратации не прекращаются, но контракция не сопровождается уменьшением объема цементного камня. Объемные изменения в цементном камне определяются не контракцией, а действием внешних сил — давлением стенки скважины и колонны. Изменение давления между цементным кольцом и стенками скважины может привести к нарушению герметичности крепи скважины не только в период ОЗЦ, когда цементный камень еще недостаточно прочный, но после того как цементный камень наберет прочность.

Герметичность крепи скважины определяется контактными давлениями между цементным кольцом, заполняющим затрубное пространство, и ограничивающими ее поверхностями обсадной колонны и стенки скважины, а также проницаемостью цементного камня. В данной конструкции крепи скважины цементное кольцо является достаточно хрупким элементом и обладает наименьшей деформативностью. По этой причине рекомендуется проводить опрессовку колонны сразу после «стопа», чтобы предотвратить вредные воздействия больших давлений в колонне на цементное кольцо.

Для того чтобы при изменениях давлений в колонне крепь не потеряла герметичности, желательно, чтобы контактные давления между внутренней и внешней поверхностями цементного кольца и стенками скважины были достаточными для обеспечения ее герметичности по контактным поверхностям. В табл. 2 приведены определенные по методике [6] данные о напряжениях при сдвиге цементного кольца относительно охватывающих его поверхностей, моделирующих крепь скважины. Увеличение содержания расширяющейся добавки в смеси приводит к повышению степени ее расширения и росту контактных напряжений с ограничивающими ее поверхностями: колонной и стенкой скважины, что повышает герметичность крепи в контактных зонах при колебаниях давления в колонне.

Таблица 2

Влияние содержания «СИГБ» в цементном камне на сцепление цементного кольца с колонной и стенкой скважины

Содержание «СИГБ», %	Напряжение сдвига цементного кольца относительно охватывающих поверхностей, МПа	
	внутренней	внешней
0	0,35	0,35
3	0,84	1,29
5	1,43	1,80
7,5	1,74	2,6

Применение тампонажных материалов с расширяющимися свойствами при цементировании скважин позволяет создавать дополнительное контактное давление цементного кольца со стенками скважины, что повышает его герметичность при изменениях давления в колонне, которые имеют место при замене жидкости одной плотности на другую, снижении уровня или других технологических операциях. ♦

ЛИТЕРАТУРА

1. Куксов А.К., Повышение качества цементирования скважин // Нефтяное хозяйство, 1985, № 9, С. 25–27.
2. Агзамов Ф.А., Каримов Н.Х., Измухамбетов Б.С. и др., Опыт заканчивания газовых скважин на месторождении «Амангельды»/ Материалы 1-й научно-практической конференции «Передовые технологии строительства и ремонта скважин» Пермь, 23-26 ноября 2004 г., С-Пб: Недра, 2005, 340 с.
3. Агзамов Ф.А., Каримов Н.Х., Измухамбетов Б.С. и др., Комплексная технология предупреждения межколонных давлений на месторождении «Амангельды»/ Международная научно-техническая конференция «Повышение качества строительства скважин», Уфа: Монография, 2005, С. 244–245.
4. Газизов Х.В., Газизов Ш.Х., Испытания новых технологий для предотвращения газопровалений на месторождении «Амангельды» Республики Казахстан// Новые технологии для ТЭК Западной Сибири», Тюмень, 2010, С. 423–429.
5. Газизов Х.В., Газизов Ш.Х., Голубев М.В., Изучение герметизирующих свойств расширяющегося тампонажного материала при различной глинизации зоны контакта цементного кольца с колонной// Проблемы геологии, геофизики, бурения и добычи нефти. Экономика и управление, Уфа: Изд-во «Новый стиль», 2007, С. 94–96.
6. Газизов Х.В., Маликов Е.Л., Методика определения сцепления цементного кольца со стенками скважины// Новое в геологии и разработке нефтяных месторождений Башкортостана, Уфа: Изд-во Башгеопроект, Вып. 120, 2008, С. 199–201.

ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛ «ИНЖЕНЕРНАЯ ПРАКТИКА» 2013 ГОД

ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ «ИНЖЕНЕРНАЯ ПРАКТИКА»
НАЧИНАЕТ ПОДПИСНУЮ КАМПАНИЮ НА 2013 ГОД.

Подписаться на журнал Вы можете удобным для Вас способом:

ПО КАТАЛОГУ «ПРЕССА РОССИИ» — подписной индекс 43192

ПО КАТАЛОГУ «РОСПЕЧАТЬ» — подписной индекс 70026

ЧЕРЕЗ РЕДАКЦИЮ — тел.: +7 (495) 371-01-74

Для оформления подписки на журнал через редакцию, пожалуйста, заполните анкету и пришлите удобным для Вас способом (почта, факс или e-mail)

- | | |
|---|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> годовая подписка | 12 000* руб. |
| <input type="checkbox"/> печатная версия | _____ кол-во экземпляров |
| <input type="checkbox"/> электронная версия** | _____ кол-во экземпляров |

Пожалуйста, заполняйте разборчиво печатными буквами!

Фамилия _____ Имя _____ Отчество _____

Должность _____

Название и юридический статус компании _____

Адрес доставки журнала:

Город _____ Область _____

Индекс _____ Адрес _____

Код города, факс, телефон _____

E-mail _____ Сайт _____

Основной вид деятельности _____

Для подписчиков из стран СНГ доставка каждого номера — 200 руб.

Через редакцию Вы можете оформить подписку с любого номера.

* для подписчиков 2012 года 9500 руб.

** Стоимость электронной подписки рассчитывается по принципу "одна подписка — один пользователь (читатель)".

Архивы и дополнительную информацию о Журнале смотрите на сайте www.glavteh.ru.

Почтовый адрес: 109428, г. Москва, Рязанский проспект, д. 30/15, офис 707.

Тел./факс: +7 (495) 371-01-74. E-mail: info@glavteh.ru.

Сайт: www.glavteh.ru, ИнженернаяПрактика.РФ