

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ЖУРНАЛ

БУРЕНИЕ & НЕФТЬ

**РОЛЬ РОССИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТИ,
или ГРОЗИТ ЛИ НАМ ТРЕТЬЯ МИРОВАЯ ВОЙНА
ЗА ЭНЕРГОРЕСУРСЫ?**

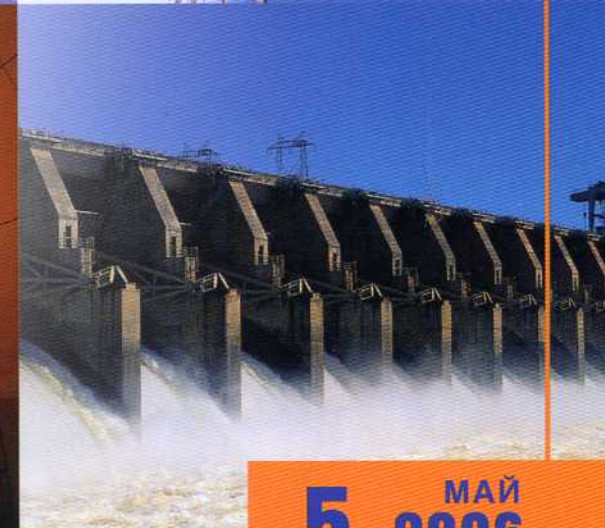
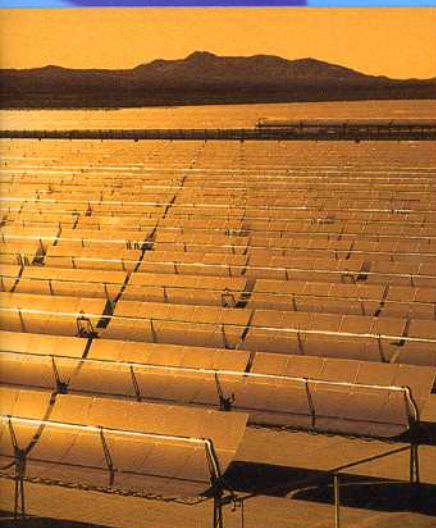
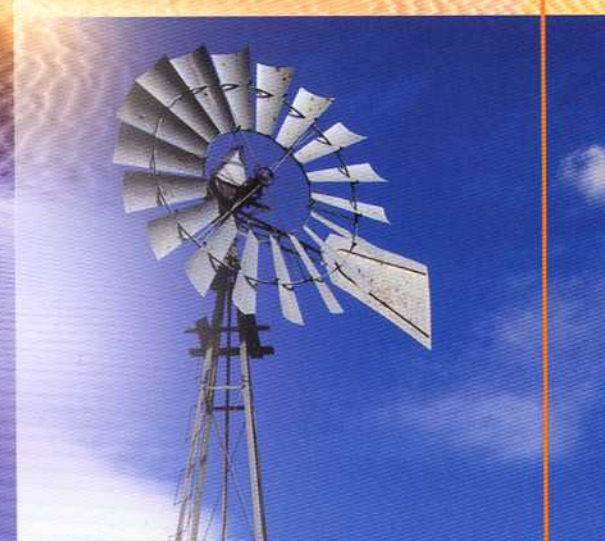
ТРУБНОЕ РАВНОВЕСИЕ

БУРЕНИЕ С ОТБОРОМ КЕРНА В НУРЛАТСКОМ УБР

ДОБЫЧА УГЛЕВОДОРОДОВ БЕЗ ПЕСКА

РАЗВИТИЕ ИНЖЕНЕРНОГО СЕРВИСА ООО НПП «БУРИНТЕХ»

**ВЫЯВЛЕНИЕ И ЛИКВИДАЦИЯ
ИСТОЧНИКОВ ЗАСОЛЕНИЯ
ПОДЗЕМНЫХ ВОД**



5 МАЙ
2006

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ОБЛЕГЧЕННЫХ ТАМПОНАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ ОБСАДНЫХ КОЛОНН ПРИ НОРМАЛЬНЫХ И УМЕРЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

И. БЕЛЕЙ, Н. ЩЕРБИЧ, В. ШТОЛЬ, Н. ДОЛГУШИНА, ООО «ТюменНИИгипрогаз»
 В. КОНОВАЛОВ, В. ЛАЗАРЕВ, А. КУЛЯБИН, Филиал «Тюменбургаз»
 Е. ЦЫПКИН, ООО «Гранула»

При цементировании обсадных колонн в эксплуатационных и поисково-разведочных скважинах на большинстве газовых и газоконденсатных месторождений Севера Тюменской области применяются тампонажные системы пониженной плотности [1]. В связи с появлением новых облегчающих добавок, обеспечивающих получение качественных тампонажных растворов с плотностью 1000 — 1400 кг/м³, добывающие организации и буровые подрядчики проявляют большой интерес к технологии одноступенчатого цементирования обсадных колонн в скважинах с АНПД и наличием пластов с низкими градиентами давления гидроразрыва. Данная технология позволяет сократить количество случаев негерметичности колонн за счет исключения из оснастки муфт ступенчатого цементирования, а в отличие от комбинированного способа (прямой — обратной заливки) — обеспечить однородность заполнения затрубного пространства тампонажным раствором и сократить время на цементирование.

В качестве базового тампонажного материала для приготовления легких и сверхлегких тампонажных растворов широко применяются смеси портландцемента и различных типов микросфер: искусственных стеклянных, керамических или полимерных; продуктов переработки золы уноса ТЭЦ, так называемых зольных алюмосиликатных микросфер [2,3,4].

Уникальность данных материалов заключается в высокой облегчающей способности при небольших добавках к цементу и стандартных водосмесевых отношениях, что позволяет даже при плотности растворов менее 1400 кг/м³ получать облегченный тампонажный камень с прочностными характеристиками, удовлетворяющими или превышающими требования отраслевых нормативных документов. Это особенно важно при цементировании глубоких скважин в одну ступень на месторождениях Крайнего Севера, когда разность температур на забое и в верхних интервалах довольно значительна вследствие наличия многолетнемерзлых пород (ММП). Поскольку для получения требуемого времени загустевания в условиях высоких динамических температур и давлений предусматривается ввод в облегченные растворы замедляющих добавок, в последующем при снижении температуры в период ОЗЦ до 15 — 20°С (в зоне расположения ММП) указанные облегченные системы решают проблему быстрого формирования камня с достаточной несущей способностью [3]. Основным недостатком облегченных систем на основе портландцемента и микросфер в случае одноступенчатого цементирования обсадных колонн является ограничение по глубине применения, что связано, прежде всего, с недостаточной прочностью оболочки зольных алюмосиликатных микросфер —

наиболее часто применяемых в качестве основного облегчающего компонента тампонажных растворов. В результате экспериментов, в ООО «ТюменНИИгипрогаз» и тампонажном управлении Филиала «Тюменбургаз», установлено, что при избыточном давлении водной суспензии от 20,0 до 40,0 МПа происходит разрушение и осаждение 30% — 50% микросфер в зависимости от их диаметра и завода-изготовителя. При этом часть микросфер «всхлapyвается» с разрушением частиц на отдельные фрагменты, а у большей части происходит, по-видимому, образование микротрещин на поверхности. Поэтому в случае большого избыточного давления эти микросферы не разрушаются, но их полости по микротрещинам заполняются жидкостью затворения и происходит осаждение частиц вследствие большей, нежели дисперсионная среда, плотности их оболочки (от 2500 до 2650 кг/м³). Наблюдается уменьшение объема тампонажной суспензии и, соответственно, увеличение ее плотности.

В случае большого содержания микросфер в облегченных тампонажных растворах возможно значительное изменение плотности в забойных условиях и консистенции, обусловленное уменьшением количества «свободной» жидкости затворения и создающее опасность преждевременного загустевания растворов или гидроразрыва горных пород на забое, потери циркуляции и недоподъема облегченного тампонажного раствора до устья скважины [4].

С учетом этих факторов в ООО «ТюменНИИгипрогаз» разработаны новые составы облегченных тампонажных растворов на основе комплексной облегчающей добавки КОД-1. Сухие облегченные тампонажные смеси, включающие тампонажный портландцемент, комплексную облегчающую добавку КОД-1 и специальные компоненты, выпускаются ООО «Гранула» под общим названием «Цемент тампонаж-

Табл. 1. Физико-механические показатели цемента тампонажных облегченных стабилизированных ЦТОС-4 и ЦТОС-5 по ТУ-5734-001-74364232-2006

Наименование показателя	Норма для марок	
	ЦТОС-4	ЦТОС-5
Водосмесевое отношение	0,75 — 0,8	0,7 — 0,75
Плотность тампонажного раствора, г/см ³	1,4 ± 0,02	1,5 ± 0,02
Водоотделение, мл, не более	5	
Растекаемость, мм	210 — 250	
Время загустевания, мин, не менее:		
при 22°С и 0,1 МПа	200	
при 75°С и 0,1 МПа	90	
Прочность камня при изгибе через 2 сут., МПа, не менее:		
при 22°С и давлении 0,1 МПа	1,2	1,5
при 75°С и давлении 0,1 МПа	2,0	2,5
Выход тампонажного раствора, м ³ /т, не менее	1,2	1,15



Табл. 2. Влияние добавок Е-29651 на фильтрацию в забойных условиях облепченных тампонажных растворов на основе ЦТОС-4

Состав раствора, %				В/С	Температура, °С	Плотность, кг/м ³	Растекаемость, мм	Водоотделение, мл	Водоотдача за 30 мин при перепаде 4,0 МПа, см ³
ПЦТ 1 — 100	КОД-1	НТФ (от массы)	Е 29651						
75	25	0,04	—	0,8	75	1420	253	1,1	495
75	25	0,04	0,2	0,8	75	1390	250	0,2	462
75	25	0,04	0,4	0,8	75	1390	233	0	396
75	25	0,04	0,6	0,8	75	1390	235	0	271
75	25	0,04	0,8	0,8	75	1390	217	0	184
75	25	0,04	1,0	0,8	75	1400	223	0	154
75	25	0,04	1,5	0,8	75	1420	238	0	78

Режим испытаний: выход на режимную температуру (Т = 75 °С) — 60 мин.; кондиционирование раствора на режиме — 30 мин.; определение водоотдачи при перепаде 4 МПа

ный облепченный стабилизированный» (ЦТОС) ТУ-5734-001-74364232-2006. Разработаны две разновидности данного цемента: ЦТОС-4 и ЦТОС-5, соответственно предназначенные для приготовления облепченных тампонажных растворов плотностью 1400 ± 20 кг/м³ и 1500 ± 20 кг/м³.

Растворы с КОД-1 обладают высокой стабильностью и менее сжимаемы при больших давлениях благодаря использованию нескольких разнодисперсных облепчующих компонентов при минимальном содержании отсортированных микросфер МС-400. Наличие высокодисперсной составляющей, являющейся промежуточной по размеру фракцией в тампонажном растворе и обладающей высокой стабилизирующей способностью и активным взаимодействием с компонентами портландцемента, обеспечивает однородность структуры камня, термо- и коррозионную стойкость его, снижение показателя водоотделения и фильтрации облепченного раствора. Сочетание указанных свойств позволяет повысить качество крепления глубоких скважин за счет формирования однородного камня по всему интервалу размещения ОТР.

По основным физико-механическим характеристикам облепченные растворы на основе ЦТОС-4 и ЦТОС-5 соответствуют, а по прочностным показателям камня превышают требования ГОСТ 1581-96, предъявляемые к облепченным портландцементом типа ПЦТ III Об-4-50 (100) и ПЦТ III Об-5-50 (100) (табл. 1).

Изменение предела прочности камня при сжатии (по ультразвуковому анализатору 5265) в процессе твердения облепченных растворов на основе ЦТОС-4 и ЦТОС-5 при нормальных и умеренных температурах в условиях избыточных давлений приведены на рис. 1 и 2.

Как следует из рис. 1, при нормальной температуре реакции гидратации через 24 час. полностью не завершаются, и отмечается тенденция к дальнейшему увеличению

прочности во времени. Прочность камня облепченного тампонажного раствора на основе ЦТОС-5 закономерно выше по сравнению с прочностью камня раствора на основе ЦТОС-4, что объясняется меньшим водосмесевым отношением суспензии с плотностью 1500 кг/м³.

При умеренной температуре основной набор прочности камня происходит в течение 10 — 15 час. твердения, и также сохраняется тенденция к дальнейшему увеличению прочности (рис. 2). Несмотря на большее водосмесевое отношение в случае ЦТОС-4 и, соответственно, меньшую плотность облепченного раствора, значения прочности камня выше по сравнению с камнем на основе ЦТОС-5. Это связано с большим содержанием КОД-1 в цементе ЦТОС-4 и возможностью образования гидросиликатов кальция в количествах, обеспечивающих формирование однородной структуры камня с высокой степенью упаковки частиц и заполнением дисперсными новообразованиями пор кристаллизующейся фазы.

Для облепченных тампонажных растворов ЦТОС-4 и ЦТОС-5 характерно значительное ускорение реакций гидратации при умеренных температурах в случае создания избыточного давления, а также сочетания факторов избыточного давления и перемешивания. Исследования процесса загустевания растворов на консистометре высокого давления показали, что для получения облепченных систем со временем загустевания 4 — 5 час. требуется от 0,06% до 0,1% нитрилотриметилфосфоновой кислоты — добавки высокого замедляющего действия.

Добавки НТФК влияют, в основном, на время загустевания и начала формирования камня и в меньшей степени — на интенсивность набора прочности камня в последующем. Поэтому, даже при значительных сроках начала схватывания растворов с НТФК, по истечении 48 час. (время ОЗЦ для обсадных колонн в глубоких скважинах)

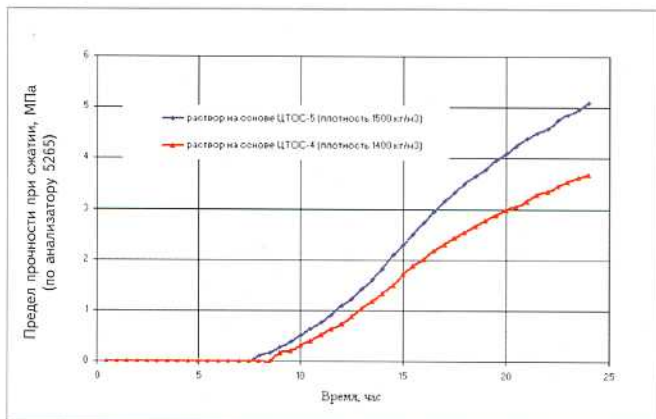


Рис. 1. Изменение во времени прочности камня облепченных растворов на основе ЦТОС-4 и ЦТОС-5 при нормальной температуре (давление 20 МПа)

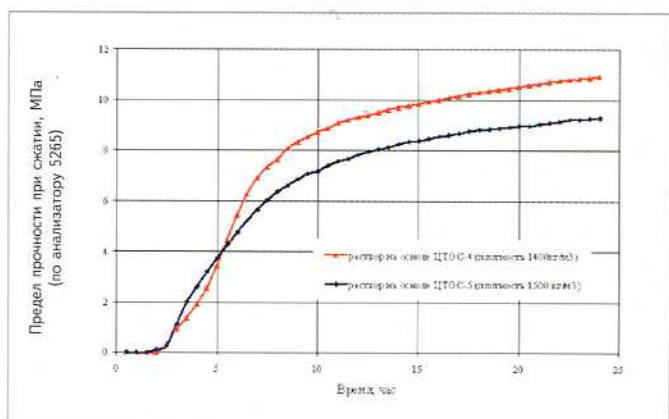


Рис. 2. Изменение во времени прочности камня облепченных растворов на основе ЦТОС-4 и ЦТОС-5 при умеренной температуре (давление 45 МПа)

