УДК 622.245.422

**Р.Р.ТОЙБ**
*Геолого-разведочный факультет,*
*аспирант кафедры технологии*
*и техники бурения скважин*

**Ф.А.ЗАГРИВНЫЙ, ПИТЕР Л.МВАНСА**
*Геолого-разведочный факультет,*
*группа НБ-00*

# РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ДИСПЕРСИОННОЙ СРЕДЫ

Исследованы закономерности изменения физико-механических свойств полимерцементной композиции с низким содержанием дисперсионной среды. Доказано, что введение в состав полимерцементного раствора высокомолекулярного полимера «Конкрипол» позволяет повысить прочность цементного камня на сжатие и изгиб, его адгезию к металлу при сохранении необходимой подвижности смеси. Это способствует повышению качества межпластовой изоляции затрубного пространства обсадных колонн в нефтяных и газовых скважинах.

Laws of change of physicomechanical properties polymercements composition with the low contents of the disperes medium are investigated. It is proved, that introduction in structure polymercement solution of high-molecular polymer «Konkripol» allows to increase durability of a cement stone on compression and a bend, its adhesion to metal at preservation of necessary mobility of a mix. It promotes improvement of quality intercore to isolation outertramp spaces columns in petroleum and gas wells.

Известно, что в России выведено из эксплуатации несколько десятков тысяч нефтяных и газовых скважин. Основная причина – нарушение межпластовой изоляции затрубного пространства обсадных колонн, вызванное следующими обстоятельствами:

- разрушением цементного камня при деформации обсадных колонн под действием температуры и давления и при перфорационных работах;
- прорывами пластовых флюидов по контакту с горными породами и обсадными трубами;
- фильтрацией флюидов по телу цементного камня.

В связи с этим основными требованиями, предъявляемыми к тампонажным материалам, являются: повышенная прочность цементного камня при сжатии и изгибе; хорошая адгезия с обсадными трубами и горными породами; низкая проницаемость цементного камня.

Эти характеристики могут быть существенно улучшены снижением водоцементного отношения (В/Ц), при этом резко снижается подвижность (прокачиваемость) цементной смеси. Наши исследования показывают, что подвижность цементного смеси можно сохранить в нужных пределах при низких значениях В/Ц введением в состав суспензии нового отечественного реагента «Конкрипол».

Реагент «Конкрипол» выпускает ЗАО «Оргполимерсинтез», он представляет собой высокомолекулярный поливинилпирролидон – полупрозрачную жидкость, с растворимостью в воде 100 %. Он устойчив к солям поливалентных металлов, минерализованным водам и повышенной температуре (до 120 °С).

Нами были проведены опыты с тремя образцами реагента: низко-, средне- и высокомолекулярным, молярная масса которого соответственно 55000, 1000000 и 2000000-6000000. Исследования показывают, что растекаемость цементного раствора при введении низко- и среднемолекулярного «Конкрипола» не дает эффекта разжижения цементной суспензии.

В этой связи дальнейшие исследования проводились с высокомолекулярным полимером. Так, из графиков, представленных на рис.1, видно, что введением полимера в количестве 0,8 % (по цементу) можно добиться растекаемости смеси от 17 см и выше при снижении В/Ц до 0,4.

Результаты исследования физико-механических свойств данной композиции показывают возможность повышения прочности цементного камня при изгибе с 6,7 МПа (базовая смесь) до 10,5 МПа, т.е. более чем на 56 % при сохранении необходимой подвижности смеси (рис.2).

Увеличение времени твердения образцов (рис.3, кривая 2) с добавлением «Конкрипола» связано с тем, что полимер, адсорбируясь на поверхности цементных зерен, образует тонкие экранирующие оболочки, замедляющие гидратацию цемента и интенсивность образования коагуляционной структуры. Этот механизм объясняет некоторое снижение прочностных характеристик цементного камня на ранних стадиях структурообразования смеси с добавками «Конкрипол» при равных значениях В/Ц = 0,5 (см. рис.4, кривые 2 и 3).

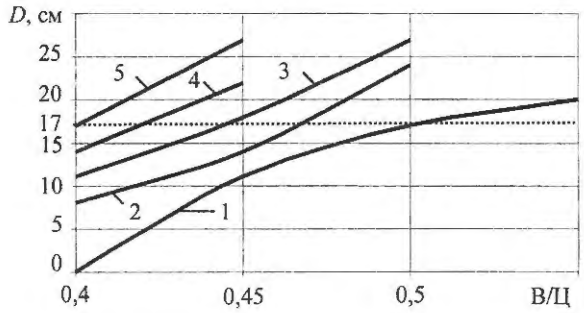



Рис.1. Зависимость растекаемости цементного раствора от водоцементного отношения
1 – портландцемент М-400; 2-5 – с добавкой «Конкрипола», %: 2 – 0,25; 3 –0,5; 4 – 0,75; 5 – 1,0

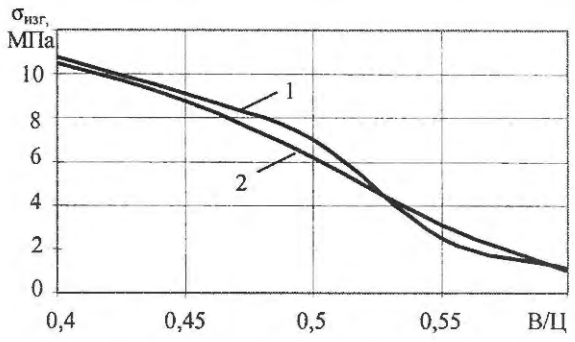



Рис.2. Зависимость прочности цементного камня на изгиб после семи суток твердения от водоцементного отношения
1 – портландцемент М-400; 2 – с добавкой 1 % «Конкрипола»

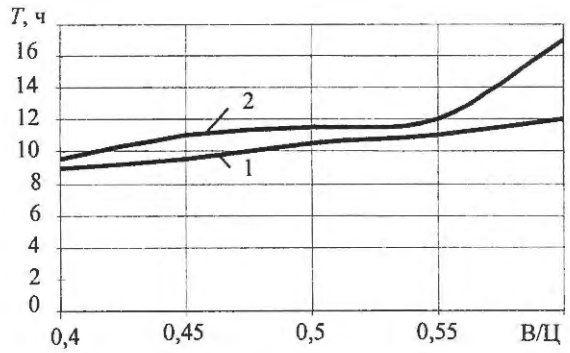



Рис.3. Зависимость сроков схватывания цементного камня от водоцементного отношения
1 – портландцемент М-400; 2 – с добавкой 1 % «Конкрипола»

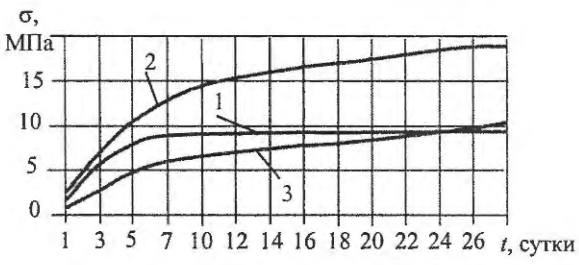



Рис.4. Зависимость прочности на сжатие от времени твердения цементного камня
1 – портландцемент М-400; 2 и 3 – с добавкой соответственно 0,8 и 1 % «Конкрипола»

Прочность при сжатии образцов той же композиции (рис.4, кривая 1) увеличивается с течением времени и к 28 суткам достигает 200 % по отношению к базовым образцам.

Электронно-микроскопические исследования, проведенные на растровом электронном микроскопе SuperMinSem (Япония), выявили ряд существенных отличий, которые прослеживаются не только при сопоставлении образцов с полимером и без него, но и для образцов с различной концентрацией «Конкрипола». Прежде всего, обращает на себя внимание тот факт, что при содержании полимера в сотые доли процента отчетливо наблюдается сокращение сечения кристаллов эттрингита $3CaO{\cdot}Al_2O_3{\cdot}3CaSO_4{\cdot}31H_2O$. Это приводит к возрастанию доли игольчатых индивидов, занимающих значительные участки образцов. Структура тампонажного камня здесь приобретает спутанно-волокнистый характер (пилотическая структура), существенно реже встречаемый в контрольных образцах без полимера.

Так, на гранях призм кристаллов эттрингита появляются бугорки, а сами кристаллы претерпевают расщепление по направлению роста, изгиб и спиральное закручивание даже весьма массивных индивидов. Необходимо отметить, что максимальное содержание игольчатых кристаллов отмечается при введении в смесь 0,5-0,8 % полимера. Как показывают наблюдения, имено эта цементная композиция характеризуется минимальными сроками схватывания и максимальной прочностью на сжатие и изгиб.

Таким образом, результаты исследований позволяют сделать следующие предварительные выводы:

1. Реагент «Конкрипол» является эффективным разжижителем и пластификатором тампонажных суспензий на основе минеральных вяжущих веществ.

2. Физико-механические свойства цементного камня можно существенно улучшить введением в состав портландцементов 0,8 % высокомолекулярного реагента «Конкрипол» при содержании дисперсионной среды в суспензии около 40 %.

3. Полимерцементные композиции с низким содержанием дисперсионной среды обеспечивают возможность прокачивания смеси при цементировании скважин глубиной более 3000 м.

Научный руководитель д.т.н. проф. *Н.И.Николаев*