УДК 622.243.1

Р.А.УСМАНОВ
Геолого-разведочный факультет,
аспирант кафедры технологии и техники бурения скважин

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ТАМПОНАЖНЫХ РАСТВОРАХ ДЛЯ ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ ЗАКОЛОННОГО ПРОСТРАНСТВА СКВАЖИНЫ В ИНТЕРВАЛЕ ПЕРФОРАЦИОННЫХ РАБОТ

Рассмотрены актуальные проблемы строительства и эксплуатации нефтяных и газовых скважин; вопросы возникновения трещин в цементном камне в процессе перфорации обсадной колонны. Исследованы и применены химические и физические способы воздействия на тампонажный раствор для улучшения качества крепи скважины. Разработана методика применения химических реагентов, в том числе катионоактивных поверхностно-активных веществ в композиционных тампонажных суспензиях. Даны рекомендации к проведению перфорационных работ, при которых пагубное воздействие термомеханических нагрузок на крепь скважины минимально.

The article studies problems topical to construction and operation of oil and gas wells. Reasons of crack initiation in cement during casing perforation are investigated. Chemical and mechanical methods of cement slurry treatment are analyzed and implemented to enhance the quality of well casing. An innovative technique is developed to use chemical agents including cation-active surfactants in composite backfill suspensions. Recommendations are given to perform perforation so as to minimize negative thermomechanical loading on well casing.

На данный момент в процессе строительства скважин особое внимание уделяется проблеме качества их цементирования, в частности проблеме сохранения герметичности обсадных колонн, качественного разобщения продуктивных пластов в этапе заканчивания и освоения скважин. Эта проблема приобрела особую актуальность в наши дни, когда сохранение дебита скважин является наивысшей задачей, а преждевременный ремонт обводненных скважин обходится нефтегазодобывающему управлению в большие суммы.

От качественного тампонирования зависит дальнейшая судьба скважины и свойства добываемого флюида: обводненность добываемого агента; коррозионная стойкость обсадных колонн; долговечность эксплуатации скважины и т.д.

Самым опасным для уже схватившегося цементного камня является перфорация (вторичное вскрытие) продуктивных пластов через обсадные колонны, так как в это время возникают такие знакопеременные термомеханические нагрузки, которые не выдерживает стандартный тампонажный камень.

На данный момент существует множество способов перфорации, но основным методом вторичного вскрытия продуктивного пласта является кумулятивная перфорация – из-за своей простоты и эффективности использования. В НГДУ этот способ применяется в ущерб качеству крепи. В процессе перфорации возможно хрупкое разрушение цементного камня со всеми вытекающими негативными последствиями для крепи скважины. Причем, как показала практика, процесс разрушения в виде образования вертикальных трещин, по которым может легко продвигаться добываемый агент или пластовая вода, может происходить далеко за пределами интервала перфорации.

Санкт-Петербург. 2006

К сожалению, на данный момент при перфорировании особое внимание в тампонажном растворе уделяют прочностным (чем больше прочностные характеристики, тем лучше) и реологическим свойствам перфорационной жидкости. При этом в первую очередь необходимо учитывать следующие факторы:

- сроки схватывания тампонажного раствора;
- сроки проведения перфорационных работ;
- адгезионные свойства (силы сцепления) уже схватившегося цементного камня;
- технологию цементирования скважин;
- сплошность цементного кольца в затрубном пространстве.

Так, в процессе схватывания тампонажный раствор наиболее пластичен, менее подвержен хрупкому разрушению от каких-либо внешних нагрузок и может немного самовосстанавливаться из-за образования связей будущих кристаллов. Но этот короткий период набора пластической прочности у стандартного тампонажного портландцементного раствора М-400 с водоцементным соотношением 1:2 составляет 3-4 ч. Перфорационные работы рекомендуется проводить именно в то время, когда цементный раствор не затекает от перфорационных отверстий и обладает достаточной прочностью, чтобы, сохраняя формы и сплошности крепи, поглотить удар кумулятивного снаряда и не допустить хрупкого разрушения крепи скважины. Проблема своевременного проведения прострелочных работ решаема путем добавления катионоактивного поверхностно-активного вещества (ПАВ), под его воздействием изменяется сама структура тампонажного камня, а вслед за ним, и другие физические свойства. В данном случае в качестве ПАВ используется реагент-пластификатор катамин – реагент алкилбензилметиламмоний хлоридного ряда. За счет своих пластифицирующих свойств реагент, в зависимости от процентного содержания в растворе, увеличивает время набора пластической прочности тампонажного раствора до 8 ч. В течение этого времени можно проводить перфорационные работы (рис.1). Судя по графику, структура цементного камня при применении ПАВ будет формироваться медленнее по сравнению с необработанным тампонажным раствором. Это дает возможность увеличить время формирования кристаллов цемента и сроков схватывания. Однако применение ПАВ увеличивает пористость цементного камня, что способствует плохим изоляционным свойствам. Исследуются возможные способы уменьшения пористости с помощью химических реагентов (пеногасителей) и технических приспособлений (вибрация и другие внешние воздействия).

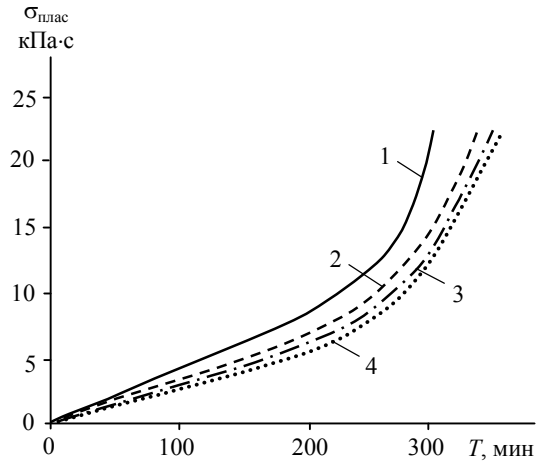


Рис.1. Зависимость пластической прочности тампонажного раствора с применением реагента-пластификатора и вибрации от времени схватывания
1 – эталонный портландцемент М-400; 2, 3 и 4 – тампонажный раствор с катамином 0,1; 0,2 и 0,3 % соответственно

Пористость цементного камня от применения видов пеногасителей изменяется следующим образом, %:

Процентное содержание катамина	Портландцемент (М-400)	Уголь	Т-66	Фелиамин
0,1	46,8	44,6	39,6	41,3
0,2	47,2	45,8	42,7	43,1
0,3	49,3	46,4	43,2	43,5

Выбор остановился на применении вибрации, так как помимо уменьшения пористости увеличиваются показатели пластических свойств. При воздействии вибрации улучшается адгезия цементного камня с горной породой

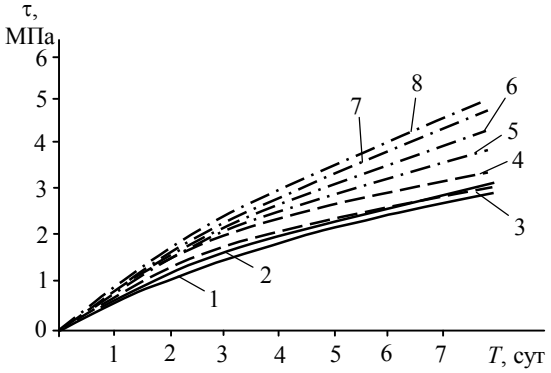


Рис.2. Зависимость адгезионных свойств тампонажного материала со сталью от времени твердения и процентного соотношения реагента-пластификатора
1-2 – базовый портландцемент без виброобработки и с виброобработкой; 3-8 – тампонажный раствор с катамином без виброобработки и с виброобработкой 0,1 %; 0,2 %; 0,3 % соответственно

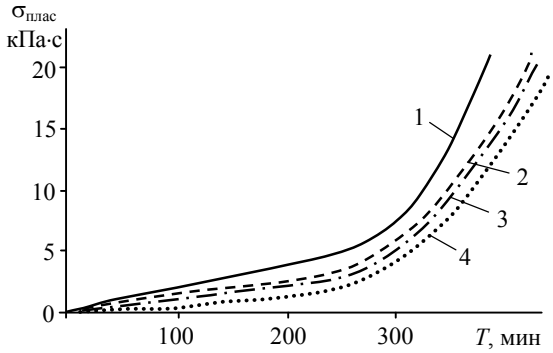


Рис.3. График набора пластической прочности
1 – время набора пластической прочности тампонажного раствора; 2, 3 и 4 – время набора пластической прочности раствора с катамином 0,1; 0,2 и 0,3 % соответственно

и стальными обсадными трубами, что является немаловажным фактором для изоляционных характеристик цементного камня (рис.2, 3)

Таким образом, применение в тампонажных растворах катионоактивных ПАВ вместе с технологией вибрации и предлагаемой методики перфорирования продуктивных пластов способствует минимизации разрушающего воздействия на крепь или вовсе исключает хрупкое разрушение цементного камня, что улучшает качество крепи скважины.

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