

УДК 622.245.422

## **АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПОЛУЧЕНИЮ ТЕРМОСТОЙКИХ ДОБАВОК ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВОДООТДАЧИ ЦЕМЕНТНЫХ РАСТВОРОВ**

**Логинова М.Е., Ли Линь, Бао Голян**

**Научный руководитель Агзамов Ф.А**

Уфимский государственный нефтяной технический  
университет

Большие потери жидкости высокотермостойкого цемента приводят к ухудшению стабильности цемента, сокращению времени загустевания и другим проблемам. Поэтому необходимо предупреждать потерю жидкости высокотермостойкого цемента на низком уровне. Во время операции цементирования водоудерживающая добавка в нефтяной скважине может предотвратить раннюю дегидратацию цемента в пласт, обеспечивает стабильность цемента, повышает прочность цементного камня, предотвращает фильтрацию газа через цементный камень, снижает проницаемость цементного кольца, защищает водо-чувствительный пласт и препятствует загрязнению продуктивного пласта [1, 2]. Если температура на забое высокая, у традиционных добавок для снижения потери жидкости возникают такие проблемы, как уменьшение адсорбционной способности цемента и температурная деструкция цепи полимера. Эти проблемы приводят к ослаблению контроля потери жидкости, и цемент не может удовлетворить требованиям к цементированию и даже может привести к авариям при цементировании [3]. Для удовлетворения требований к высокотермостойкому цементированию необходимо

модифицировать добавки для снижения потери жидкости с целью получения хорошего качества и стабильности.

Считается, что основной механизм снижения потери жидкости достигается за счет физической блокировки пор, адсорбционного загустевания, образования пленки гидратации. Различные типы реагентов для снижения потери жидкости имеют свою специфическую молекулярную структуру и функциональные группы, и механизмы их действия различаются. Механизм действия является основой для разработки, применения и изменения структуры химических молекул. В соответствии с требованием структурной устойчивости химических реагентов и требованием технических характеристик функциональных групп, конструкция молекулярной структуры является выгодным и эффективным способом получения высокотермостойкой добавки для снижения потери жидкости с высоким качеством [1].

Высокотермостойкие добавки для снижения водоотдачи цементного раствора обычно разделяют на три группы: природная высокомолекулярная полимерная добавка, синтетическая полимерная добавка и другие комплексные системы [1].

Добавки для снижения потери жидкости на основе природного полимера, используемые при высоко термостойком цементировании, делятся на два вида. Первые – гранулированные материалы [4], такие как бентонит, порошок известняка, асфальтеновые материалы, термопластичные смолы, полимерные частицы и т.д. Вторые – водорастворимые полимеры, такие как производные целлюлозы, неионогенные синтетические полимеры, анионные полимеры, катионные полимеры. Некоторые компании уже провели исследования по модификации природных добавок для снижения потери жидкости на основе полимеров [1]. Например, Eoff и

другие авторы [5] из Компании Halliburton написали о способе прививки сополимера этилена на цепочку молекул танина. Привитый танин обладает хорошей способностью к уменьшению потери жидкости и способностью к уменьшению фильтрации газа через цементный камень, и он может использоваться при 204 °С.

В 1990-х годах, чтобы удовлетворить требованиям качества цементирования скважин, компании и исследовательские институты сосредоточили свое внимание на разработке синтетических полимеров, поскольку природные полимеры и их модификации могут быть нестабильными из-за различий в их сырье. Кроме того, основные характеристики природных полимеров при высокой температуре будут изменяться и приведут к его разрушению. Понижители водоотдачи из природных полимеров и их производных не могут работать при высокой температуре, потому что их структура разрушается в высокощелочной и высокотемпературной среде. Синтетические полимеры обладают превосходной термостойкой стабильностью, и сырье, из которого сделана добавка, позволяет производить её с одинаковыми свойствами многократно. Такую термостойкую добавку для снижения водоотдачи представляют латексный полимер, 2-акриламидо-2-метилпропансульфокислота (AMPS) и двойные или многокомпонентные сополимеры, например, этиленовые производные, ненасыщенный амид, ненасыщенная карбоновая кислота, ненасыщенный сложный эфир, ненасыщенный нитрил. Такой тип термостойкой добавки для снижения потери жидкости проявляет очень хорошую устойчивость к температуре и солевой агрессии, при до температурах 230 °С [4].

Термостойкие добавки для снижения потери жидкости из синтетических полимеров имеет свои преимущества и

недостатки. Например, поливиниловый спирт (PVA) и гидроксипропилцеллюлоза (HEC) имеют свои недостатки. Добавка PVA имеет некоторые преимущества, но температура её использования ограничивается 95°C, и она неустойчива к солям (концентрация не более 5%). Гидроксипропилцеллюлоза HEC как добавка для снижения потери жидкости проявляет себя положительно, но при этом сильно повышает вязкость цемента. Кроме того, температура ее использования не более 110 °C [1].

В дополнение к термостойкой добавке для снижения потери жидкости из синтетических и природных полимеров разумно использовать их с существующими добавками для снижения потери жидкости, что также является возможным методом повышения термостойкости понизителей водоотдачи [1]. Например, Stephens [6, 7] синтезировал добавку для снижения потери жидкости, содержащую акриламидный сополимер (AM)/акриловую кислоту (AA)/2-акриламидо-2-метилпропансульфо кислоту (AMPS)/N-винил-2-пирролидон (NVP) и приготовил его с электролитом и ПАВ. Температура применения повышается до 150-230 °C. При добавлении сухого порошка с массовой концентрацией 0,3% ~1,0 % потери жидкости можно уменьшить до уровня ниже 150 мл, а также полученный реагент имеет хорошую устойчивость к соли.

В тоже время, у акриламидного сополимера (AM)/акриловой кислоты (AA) с повышением температуры наблюдается сильный гидролиз, что приводит к чрезмерному повышению вязкости цемента. Кроме того, существуют некоторые недостатки добавки понизителей водоотдачи из полиакриламида, такие как слабая устойчивость к разрушению сдвигом и чувствительность к ионам поливалентных металлов [8].

Соотношение мономеров определяет долю различных групп в добавке. Для достижения наилучшего эффекта нужно определить подходящую пропорцию каждой группы. Если полимер содержит меньше групп адсорбции, он не может улучшить распределение размеров частиц цемента и не может эффективно влиять на потерю жидкости. Если полимер содержит много групп адсорбции, он легко осаждается или прилипает к цементным частицам, что оставляет свободный канал для прохождения жидкости. Это приводит к образованию толстой и рыхлой фильтрационной корки, которая не может эффективно контролировать потерю жидкости [8].

Во время полимеризации общее содержание мономера будет иметь некоторое влияние на конечную молекулярную массу полимера. Это связано со свободными радикалами в процессе полимеризации. Если общее содержание мономера низкое, это может вызвать слишком низкую скорость реакции. А если общее содержание мономера большое, то это приводит к местному перегреву, слипанию или даже к адсорбции молекул полимера, так что если относительная молекулярная масса синтетического полимера большая, то эффект снижения потери жидкости незначительный [8].

Количество инициатора определяет количество свободных радикалов в системе полимеризации. Сополимеры, синтезированные при разных количествах инициатора, сильно различаются по своей кажущейся вязкости, потере жидкости и текучести. Когда концентрация инициатора низкая, цемент не может контролировать потерю жидкости, даже при низкой кажущейся вязкости. По мере увеличения количества инициатора кажущаяся вязкость цемента увеличивается, а потери жидкости значительно уменьшаются, поэтому увеличивается количество первичных свободных

радикалов, генерируемых разложением за единицу времени [4]. В то же время, из-за увеличения концентрации свободных радикалов общее число мономеров остается неизменным, число генерируемых полимерных цепей увеличивается, а относительная молекулярная масса полимера уменьшается. Кроме того, повышается вероятность переноса полимерной цепи, а также снижается средняя относительная молекулярная масса. Относительная молекулярная масса полимера в соответствующем диапазоне может обеспечить нормальную характеристику потери жидкости [8].

Температура полимеризации значительно влияет на скорость реакции и реакционную способность мономера. Если температура реакции слишком низкая или слишком высокая, это не способствует реакции сополимеризации. Если температура слишком низкая, то количество свободных радикалов мало, их активность низкая и скорость реакции полимеризации низкая. Если температура слишком высокая, большое количество инициаторов разрушит структуру молекул так, что быстро появляется большое количество инициированных свободными радикалами полимеров, реакция полимеризации происходит слишком быстро [8].

В последние годы процесс синтеза постоянно совершенствуется и новые типы добавок для снижения потери жидкости появляются один за другим, а некоторые продукты все еще находятся на стадии исследований в лаборатории. Поэтому путем разработки нового типа функционального мономера, оптимизации метода синтеза, увеличения средства модификации и увеличения методики компаундирования можно получить высокоэффективные термостойкие понизители водоотдачи. В частности, нужно улучшать технологию синтеза синтетических полимеров для достижения массового производства, ввести

функциональные группы, содержащие специальные группы для улучшения характеристик добавок из синтетического полимера, использовать новые природные полимеры, такие как танин, гуминовые кислоты, модификация прививки или улучшение качества существующих добавок, используемых для улучшения способности термостойкости [9].

#### Список использованных источников

1. Ли Сяолан, Ши Фэнци, Сунь Цзюй, Ли Шаоли, Цзян Сюэцин. Исследование прогресса высокотермостойкой добавки для снижения потери жидкости цемента. Тщательный нефтехимический прогресс, 2011. –С. 4–8.

2. И.И. Хакимов, М.Е. Логинова. Экспериментальное изучение влияния водоцементного отношения на механизм возникновения газопроявлений вовремя ОЗЦ. /Тезисы докладов XII Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России» РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина (Москва), 2018, с.118

3. Янь Сымин, Ян Кунь, Ван Фухуй, Ван Юнцзи, У Янань, Янь Шэндун. Синтез и оценка производительности нового высокотемпературного агента для снижения потери жидкости. Нефтяной учебный журнал, 2016. –С.–672–679.

3. Армия А.Б., Логинова М.Е., Кулниязов А.С.Влияния армирующих добавок на расширение в облегченных цементах// Российская наука и образование сегодня: проблемы и перспективы"№ 6(19), 2017, с. 39-41.

4. Янь Сымин, Ян Кунь, Ван Фухуй, Ван Юнцзи, У Янань, Янь Шэндун. Синтез и оценка производительности нового высокотемпературного агента для снижения потери жидкости. Нефтяной учебный журнал, 2016. –С.–672–679.

5. Eoff L S, Loghrigde B W. Method for Control of Gas Migration in Well Cementing US, 5339903 [P]. 1994-08-23.

6. Stephens M, Fluid Loss Additive for Cement Slurries Containing a N-Vinyl-2-pyrrolidone- $\omega$ -2-acrylamido-2-methylpropane Sulfonate- $\omega$ -acrylamide Polymer: US, 5109042 [P]. 1992-08-28.

7. Stephens M, Fluid Loss Additive for Well Cementing Compositions: US, 5294651 [P]. 1994-03-15.

8. ЮйЮнцзинь, ЛуХайчуань, ЦзиньЦзяньчжоу, ЛюШоцун, ХанЦинь. Синтез и производительность высокотермостойкой добавки сополимера AMPS/AM/NVP. Тщательный нефтехимический прогресс, 2010. –С. –5–9.

9. Султанов Б.Д., Логинова М.Е. Влияние добавок на реологические свойства буровых и тампонажных растворов// Международный научно-технический журнал «Теория. Практика. Инновации.» 2017, №12 (24), с.222 - 226.

УДК 622.24

## **СПОСОБЫ БОРЬБЫ С ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМИ ПРИХВАТАМИ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН**

**Матвеевко Д.С.**

В РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» большая часть нефтяных месторождений находится на последней стадии разработки, пластовые давления в большинстве залежей значительно ниже гидростатических. При первичном вскрытии продуктивных отложений распространенным видом осложнений являются дифференциальные прихваты компоновок низа бурильной колонны (КНБК). Затраты на ликвидацию которых требуют значительного времени, а зачастую приводят к перебуривание ствола скважины.