

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ РЕАГЕНТОВ
ДЛЯ ПРОМЫВОЧНЫХ ЖИДКОСТЕЙ С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ СКОРОСТИ РАСТВОРЕНИЯ**

А.С. Королев

Научный руководитель - доцент К.М. Минаев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время для приготовления промывочных жидкостей для бурения скважин применяется большое число разнообразных компонентов. Особое место среди них занимают полимерные реагенты, которые в зависимости от молекулярного веса и состава могут быть использованы для выполнения основных функций бурового раствора. В промывочных жидкостях на водной основе полимерные реагенты чаще всего используются для регулирования реологических и фильтрационных свойств.

Несмотря на столь широкое использование полимерных реагентов при строительстве скважин, их применение сопряжено с рядом особенностей, которые будучи проигнорированными могут привести к нежелательным последствиям. В частности, при приготовлении промывочной жидкости необходимо ограничивать скорость поступления полимера в емкость, поскольку скорость сдвига, которую может обеспечить типичное оборудование для приготовления, недостаточна для должного диспергирования материала. Несоблюдение правил ввода приводит к низкой эффективности растворения и как следствие не достижению промывочной жидкостью заданных технологических параметров.

Низкая эффективность растворения при одновременном вводе большого количества полимерного реагента вызвана отличительным механизмом взаимодействия полимеров с водой. При попадании воды на поверхность частицы полимера в ее объеме образуется характерная слоистая структура, которая замедляет проникновение жидкости ко внутренним слоям частицы полимера [1]. Эта структура может содержать полимерный реагент в таких состояниях, как гелеобразное, набухшее (смоченное) и сухое. При этом гелеобразный слой полимера обладает высокой прочностью. Также, если частицы полимера при попадании в воду не были диспергированы, гелеобразный слой формируется только у внешних частиц на границе контакта с водой и тем самым изолирует внутренние частицы. Это приводит к образованию агломератов, также называемых «fish-eye» или «рыбий глаз», которые за счет прочности гелеобразного слоя и низкой скорости проникновения воды во внутренние слои могут длительное время оставаться в промывочной жидкости.

Таким образом, исходя из анализа причин возникновения был сформулирован потенциальный вариант решения проблемы. Необходимо добиться предотвращения агрегатирования частиц полимера, для чего требуется замедлить процесс гидратации, что может быть достигнуто несколькими способами:

1. Предварительное диспергирование полимера в жидкости, которая не вызывает его гидратации. Реализация данного метода, несмотря на высокую эффективность, сопряжена с большим количеством трудностей, таких как подбор оптимальной жидкости, обеспечение седиментационной стабильности и поддержание высокой концентрации полимера в жидкости.

2. Покрытие частиц полимера нерастворимым или малорастворимым в воде компонентом-диспергатором, в том числе другим полимером. Сложностью данного метода является необходимость тщательного распределения покрытия по поверхности частиц полимера.

3. Замедление процесса гидратации путем химического модифицирования. В своей сущности метод основан на частичном сшивании молекул полимера, и его эффективность определяется подобранным сшивателем. На данный момент сшиватели представлены преимущественно альдегидами и несут опасность для человека и окружающей среды.

В данной работе рассмотрена возможность обработки поверхности частиц полимера с помощью ряда жирных кислот, а именно декановой (каприновой), додекановой (лауриновой), тетрадекановой (миристиновой) и октадекановой (стеариновой). Выбор данных компонентов обусловлен их доступностью и низкой токсичностью, а также соответствием требованию малой растворимости в воде.

При этом для обеспечения качества покрытия были опробованы такие методы, как обработка в шаровой мельнице и термическая обработка. Обработка в шаровой мельнице включала в себя совместное измельчение полимерного реагента и жирной кислоты в течение 4 часов с применением керамических шаров диаметром 20 мм. Термическая обработка производилась в вальцовой печи при температуре на 10°C выше температуры плавления соответствующей жирной кислоты, при этом в ячейку для предотвращения слипания полимера при снижении температуры были добавлены керамические шары диаметром 5 мм.

Для испытаний был выбран модельный солесыщенный глинистый буровой раствор, содержащий 31,1% NaCl. В качестве основного контролируемого параметра был выбран показатель фильтрации, так как диапазон его изменения достаточно широк и напрямую зависит от количества растворившегося полимера. Для оценки скорости растворения полимера замер показателя фильтрации производился после 5, 10, 15 и 30 минут перемешивания. Для того, чтобы минимизировать влияние человеческого фактора и наиболее достоверно оценить эффект от обработки, ввод полимерного реагента в модельный буровой раствор осуществлялся единовременно в полном количестве.

Результаты замера показателя фильтрации бурового раствора после ввода в него полимера, обработанного в шаровой мельнице представлены на рисунке 1. Как видно из представленного на рисунке графика, в первые минуты перемешивания скорость растворения полимера зависит от того, какой жирной кислотой была произведена обработка. Но с увеличением времени перемешивания различия становятся менее существенными, что вероятнее всего связано со смыванием жирной кислоты с поверхности полимера и прекращением ее влияния на процесс растворения.

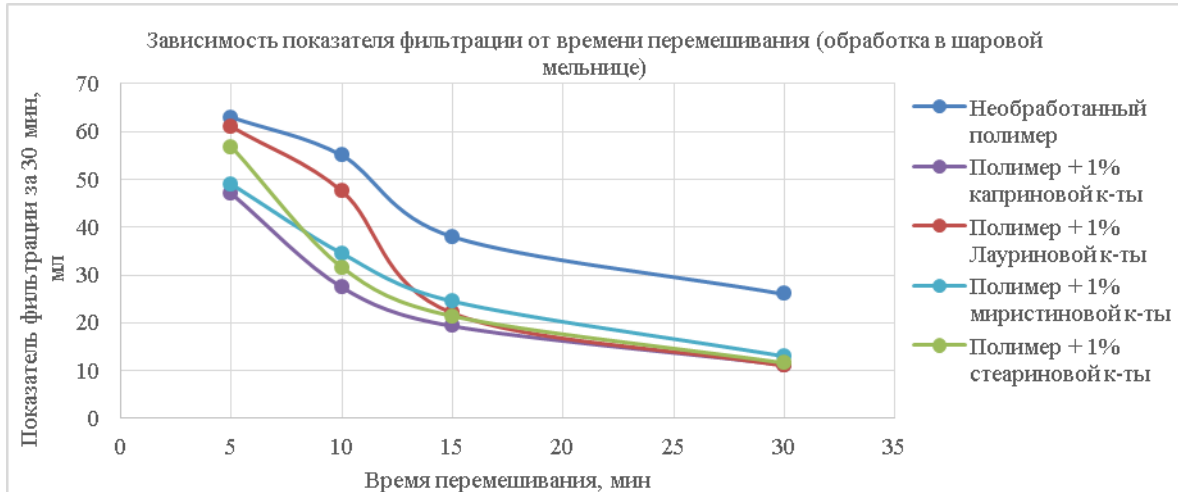


Рис. 1 График зависимости показателя фильтрации от времени перемешивания бурового раствора с полимером, обработанным в шаровой мельнице

Результаты замера показателя фильтрации бурового раствора после ввода в него полимера, обработанного в вальцовой печи представлены на рисунке 2. Из представленного графика видно, термическая обработка в целом более эффективна, чем обработка в шаровой мельнице, что вероятно связано с более прочной связью покрытия с частицами полимера.

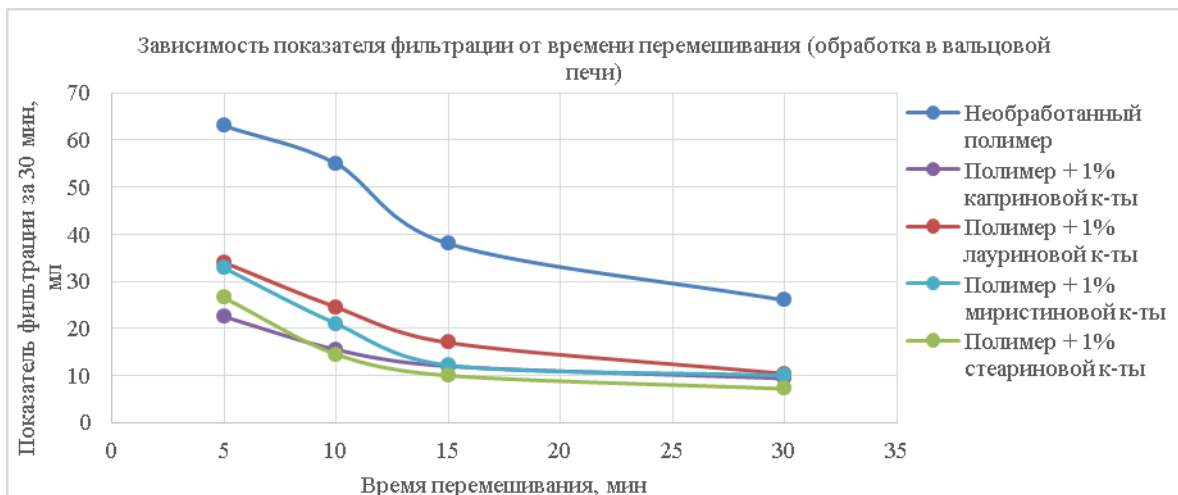


Рис. 2 График зависимости показателя фильтрации от времени перемешивания бурового раствора с полимером, обработанным в вальцовой печи

Исходя из полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. Имеющие результаты не позволяют сформулировать однозначные утверждения о влиянии длины углеродной цепи жирной кислоты на скорость растворения полимера. Тем не менее, нанесение любой из приведенных жирных кислот на поверхность полимера позволит увеличить скорость растворения.
2. В ходе исследования наглядный эффект от применения жирных кислот проявлялся в уменьшении размеров образующихся агломератов. Так размеры агломератов необработанного полимера варьировались в диапазоне 8-15 мм, в то время как размеры агломератов обработанного полимера не превышали 9 мм.
3. Согласно полученным результатам, рекомендуемой жирной кислотой для обработки является стеариновая с температурой плавления 70°C. Каприновая и лауриновая кислоты имеют существенные ограничения для применения в связи с низкой температурой плавления 32 и 44°C соответственно, то есть могут потерять сыпучесть при ненадлежащих условиях хранения.

Литература

1. Beth A. Miller-Chou, Jack L. Koenig A review of polymer dissolution// Prog. Polym. Sci. 28 – 2003. – С. 1223-1270.