

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ РЕАГЕНТОВ В СУСПЕНЗИОННОЙ ФОРМЕ ДЛЯ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ

А.С. Королев, К.М. Минаев

Научный руководитель - доцент К.М. Минаев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Современные промывочные жидкости для бурения скважин отличаются разнообразием состава. Большинство содержит в себе те или иные полимеры, которые выполняют широкий ряд задач, таких как регулирование реологических свойств, контроль показателя фильтрации, ингибирование, инкапсуляция, флокуляция и т.д. При этом, несмотря на масштабность применения полимерных реагентов, существует множество ограничений и недостатков при их применении в полевых условиях.

Общеизвестной проблемой использования полимерных реагентов при приготовлении промывочных жидкостей является образование агломератов полимера, которые трудно поддаются дальнейшему диспергированию. Для предотвращения этого явления производители подобных реагентов вводят ограничения на скорость их введения, например, 15-20 минут на один мешок. Однако такие меры неспособны полностью предотвратить агломерацию частиц полимера. В свою очередь появление этих агломератов способно привести к значительным проблемам не только на поверхности, но и в скважине.

На поверхности формирование агломератов приводит к увеличению времени приготовления или обработки требуемой промывочной жидкости, а также к потерям полимерного реагента за счет его налипания на оборудование. Кроме того, не растворившийся полимер способен забивать сита и фильтры, приводить к частичному или полному закупориванию гидравлических линий. При попадании агломератов полимерного реагента в скважину они могут приводить к закупориванию перфорационных отверстий, фильтров-хвостовиков, к нарушению проницаемости гравийных фильтров. Кроме того, они способны нарушать проницаемость призабойной зоны пласта, а их удаление представляет серьезную проблему. Таким образом, актуальность данной темы не вызывает сомнений. Решение проблемы формирования агломератов в целом положительно скажется на процессах бурения, заканчивания и ремонта скважин.

Для решения проблемы образования агломератов необходимо углубленное понимание тех процессов, которые происходят, когда частицы полимера попадают в воду. После контакта с водой на частице полимера образуется гелеобразный слой высококонцентрированного раствора с высокой вязкостью, который постепенно переходит в объем растворителя, а внутри частицы формируется слоистая структура с различной концентрацией растворителя. Проникновение воды к частице полимера обуславливается диффузией через гелеобразный слой, в результате чего частица набухает, после чего растворяется в гелеобразном слое. Таким образом, устанавливается состояние, когда концентрация гелеобразного слоя одновременно увеличивается за счет растворения частицы полимера и уменьшается за счет ухода полимера в объем растворителя.

В процессе растворения полимера лимитирующим процессом является проникновение молекул растворителя через гелеобразный слой, и это приводит к тому, что частицы полимера некоторое время пребывают в растворе. При этом, если полимер не был диспергирован при контакте с растворителем, т.е. поступил в форме комка или агломерата, то проникновение растворителя начнется только в те частицы полимера, которые находились на поверхности агломерата. Это приведет к формированию объединенной структуры с единым гелеобразным слоем, который будет изолировать внутренние частицы, образуя барьер. Гелеобразный слой обладает большой прочностью, поэтому повторное диспергирование образовавшегося агломерата затруднено. Таким образом, эти структуры могут находиться в не растворившемся виде длительное время, до тех пор, пока в их внутреннюю часть не проникнет растворитель.

Для предотвращения перечисленных проблем необходимо обеспечить полное диспергирование полимера после добавления его в растворитель, т.е. добиться того, чтобы частицы полимера не контактировали или контактировали как можно меньше после попадания в воду. В качестве решения перспективным выглядит использование суспензий полимера, в которых частицы полимера разделены между собой жидкостью-носителем, которая не вызывает набухания.

К суспензиям в обязательном порядке предъявляется требование седиментационной устойчивости. Если суспензия нестабильна, то взвешенный полимер выпадает в осадок, формируя плотную упаковку, также называемую «hard pack», что не позволяет ему полностью диспергироваться при попадании в воду. Необходимо добиваться такой стабильности суспензии, при которой суспендирующая жидкость не будет отделяться совсем или будет формироваться рыхлая упаковка («soft pack»), при которой между частицами полимера будет сохраняться прослойка-разделитель из жидкости-носителя.

В области бурения скважин в качестве жидкостей-носителей могут применяться как водорастворимые, так и водонерастворимые жидкости.

В качестве водонерастворимой жидкости-носителя наибольшее предпочтение отдается дизельному топливу, поскольку для него существует относительно большое количество методов влияния на реологические свойства. Суть этих методов сводится к приданию дизельному топливу тиксотропных свойств или за счет значительного увеличения вязкости без изменения реологической модели. Второй способ реализуется применением гидрофобных полимеров. Однако этот способ делает применение суспензий непрактичным, поскольку ухудшает текучесть жидкости. Поэтому дизельному топливу придаются неньютоновские свойства путем создания тонкодисперсной суспензии гидрофобных частиц-стабилизаторов.

В рамках данной работы для стабилизации суспензий использовались соли жирных кислот. После соответствующей обработки дизельного топлива происходит образование мицелл, которые в последствии

формируют макроассоциаты определенных размеров и формы. Взаимодействие макроассоциатов между собой приводит к образованию трехмерной структуры, способной восстанавливаться после разрушения.

Водорастворимые жидкости являются более предпочтительной альтернативой водонерастворимым. Это связано с тем, что они не образуют пленку на поверхности бурового раствора, а также могут оказывать меньшее влияние на свойства промывочной жидкости. Сложности использования водорастворимых жидкостей связаны с подбором стабилизатора, а также с более высокой стоимостью.

В данной работе в качестве водорастворимой основы для суспензии использовался флотреагент оксаль Т-92, который получают в результате переработки побочных продуктов производства диметилдиоксана. Выбор обусловлен тем фактом, что при добавлении в буровой раствор Т-92 уменьшает липкость фильтрационной корки, что приводит к снижению вероятности дифференциального прихвата [1].

Для проведения испытаний были приготовлены образцы суспензий, содержащие 33% масс. полимера. Методика экспериментов заключалась во введении готовой суспензии в модельный буровой раствор с последующим перемешиванием в верхнеприводной мешалке со скоростью 1000 об/мин в течение заданного времени. При этом навеска суспензии бралась таким образом, чтобы масса полимера соответствовала 1% от массы промывочной жидкости. По истечении заданного времени перемешивания проводилось определение показателя фильтрации промывочной жидкости.

Для стабилизации жидкостей-носителей использовался коллоидный стабилизатор – органоглина, рекомендуемая для использования в обеих жидкостях. Концентрация органоглины варьировалась от 1 до 10% от массы суспензии. По итогам испытаний стабильность суспензии на основе оксала Т-92 не была достигнута: при любой концентрации стабилизатора по истечении 6 часов весь содержащийся полимер выпадал в плотный осадок («hard pack»), что не позволяло использовать суспензию по назначению. Суспензии на основе дизельного топлива стабилизировались при минимальной концентрации органоглины 5%. Для дальнейших испытаний по влиянию суспензий на параметры модельной промывочной жидкости были отобраны только образцы на основе дизельного топлива с разной концентрацией стабилизатора.

На рисунке 1 представлен график зависимости показателя фильтрации от времени перемешивания модельного бурового раствора после ввода в него полимерных реагентов, суспендированных в дизельном топливе (ДТ).

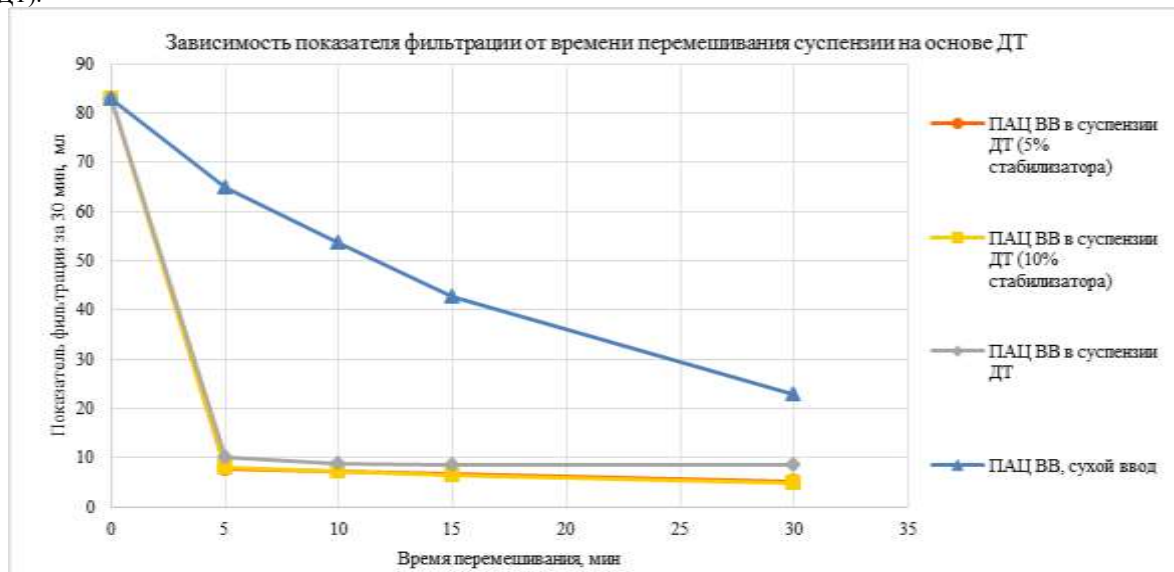


Рис. 1 График зависимости показателя фильтрации за 30 мин от времени перемешивания полимеров, суспендированных в дизельном топливе

Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности применения суспендированной формы полимерных реагентов в модельной промывочной жидкости. Однако, кроме положительного влияния на показатель фильтрации, введение суспензии полимера со стабилизатором приводит к увеличению пластической вязкости промывочной жидкости на 5-6% по сравнению со суспензией без стабилизатора, что обусловлено дополнительным содержанием твердой фазы.

Направлением дальнейших исследований будет подбор водорастворимых жидкостей-носителей и эффективных стабилизаторов, а также других стабилизаторов для водонерастворимых жидкостей (в частности для дизельного топлива), для обеспечения седиментационной устойчивости при меньшей концентрации.

Литература

1. Петров Н.А. Исследование оксалей в качестве комплексных реагентов для бурения и освоения скважин / Н.А. Петров, Г.В. Конесев, А.В. Коренько, И.Н. Давыдова // Нефтегазовое дело. – 2006 – №2. – с. 11-33