

Активный цементный раствор FUTURиспользуется в составе облегченного цементного раствора или раствора нормальной плотности при первичном цементировании нефтяных, газовых, газоконденсатных скважин, а также для консервации и ликвидации скважин с помощью цементных мостов в экологически уязвимых районах.

#### Литература

1. Булатов А. И., Савенок О. В. Заканчивание нефтяных и газовых скважин: теория и практика //Краснодар: Просвещение-Юг. – 2010.
2. Булатов А. И., Проселков Ю. М., Шаманов С. А. Техника и технология бурения нефтяных и газовых скважин. – Открытое акционерное общество "Издательство" Недра", 2003.
3. Нефтегазовое обозрение. Весна, 2008.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ДЕФЛОКУЛЯНТОВ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЛЬТРАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА БУРОВЫХ РАСТВОРОВ НА ВОДНОЙ ОСНОВЕ

**И.В. Масалида, С. В. Дашиев**

Научный руководитель – доцент К.М. Минаев

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Глинистые активные частицы, намеренно добавляемые в буровой раствор, а также выбуренная порода, которая встречается в процессе углубления скважины, постоянно подвергаются диспергации, разделению на более мелкие частицы с течением времени. Это влечет за собой совокупный рост удельной поверхности системы, способной вступать во взаимодействие как с другими частицами, так и с водой. В результате электрические взаимодействия между частицами глины становятся чрезмерными. Как итог, возрастают реологические параметры бурового раствора, что в свою очередь приводит к росту страгивающих нагрузок промывочной жидкости и возможному гидроразрыву пласта. Одним из методов борьбы с этими негативными факторами является применение специальных реагентов – неорганических дефлокулянтов. Дефлокулянты являются высокоанионными соединениями и адсорбируются на частицах активной твердой фазы в буровых растворах. Адсорбированный реагент нейтрализует положительные заряды на агрегированных частицах, что приводит к их взаимному отталкиванию и дефлокуляции [2]. Зачастую выходит так, что на практике нецелесообразно указывать конкретную забойную температуру, при которой тот или иной дефлокулянт – разжижитель становится неэффективными, так как температура эта зависит не только от конкретной модификации и производителя реагента, но и от таких факторов, как плотность бурового раствора, тип бурового раствора, концентрация твердой фазы низкой плотности, тип твердой фазы, а также выбуренная порода и возможные примеси [3]. В связи с этим актуализируется подбор специфического дефлокулянта под конкретную систему бурового раствора.

В текущем исследовании в качестве исследуемых систем выступили глинистая суспензия, полимерглинистая система и биополимерная система для первичного вскрытия пласта. Исследуемые неорганические дефлокулянты: НТФ – Нитрилотриметилфосфовая кислота. (ООО ГК «Миррико»), SAPP – Кислый пирофосфат натрия (Союзоптхим). Определенное количество дефлокулянта – 0,1% вводилось в исходные растворы. Эффективность дефлокулянтов оценивалась при низких и высоких температурах. Эффект забойных температурных условий создавался путем термического старения образцов бурового раствора при температуре 90 °С в течение 24 часов.

Как при высоких, так и при низких температурах все реологические свойства, за исключением ПВ, после модификации глинистой суспензии дефлокулянтами снизились (табл.). Аналогичные результаты получились и при модификации полимер-глинистой системы (табл.). При добавлении дефлокулянтов не происходит снижения пластической вязкости, так как данные реагенты вступают в химическое взаимодействие с бентонитом и полимерами, находящимися в буровом растворе. Рост пластической вязкости, в свою очередь, наблюдается в основном при увеличении концентрации инертной твердой фазы в растворе, либо при её измельчении, чего в данном случае не происходит. Что касается биополимерной системы, то при добавлении дефлокулянтов не происходит значительного снижения реологических параметров (табл.). Данный результат может быть объяснен тем, что дефлокулянты преимущественно взаимодействуют с бентонитом, адсорбируясь на его торцевых положительно заряженных поверхностях, но не с ксантановой смолой, являющейся основным структурообразователем биополимерной системы и имеющей анионный характер.

Другим важным моментом является влияние термического старения. Термическое старение сгущает образцы бурового раствора и создает более высокое статическое напряжение сдвига. Повышение температуры способствует расслаиванию частиц бентонита, увеличивается площадь удельной поверхности и, следовательно, растет сопротивляемость потоку. Следует иметь в виду, что расслоение частиц представляет собой процесс, в котором размер частиц уменьшается, а удельная площадь поверхности увеличивается, соответственно при термическом воздействии возрастает в том числе и пластическая вязкость.

Количественно потери фильтра измеряли с использованием фильтровального пресса под давлением 0,68948 МПа в соответствии со стандартной методикой API для полевых испытаний буровых растворов [4] как при комнатной температуре, так и после термообработки под действием 90 °С на протяжении 24 часов.

Таблица

Реологические и фильтрационные свойства исследуемых растворов

Тип бурового раствора	КВ, сП	ПВ, сП	ДНС, фунт/100 фут <sup>2</sup>	СНС <sub>10</sub> , фунт/100 фут <sup>2</sup>	СНС <sub>600</sub> , фунт/100 фут <sup>2</sup>	Фильтрация, мл
Глинистый	23	7	31	12	15	14
Глинистый (термообработка 90 градусов сутки)	25	16	18	17	20	16
НТФ 0,1%	10	9	2	1	3	11
НТФ (термообработка 90 градусов сутки)	9	8	3	1	3	10,8
SAPP 0,1%	8	8	1	1	2	9,2
SAPP (термообработка 90 градусов сутки)	17	13	8	1,5	10	12,5
Полимер-глинистый	31	17	29	13	26	9
Полимер-глинистый (термообработка 90 градусов сутки)	32	21	23	7	14	12
НТФ 0,1%	18	14	8	3	4	9,5
НТФ (термообработка 90 градусов сутки)	12	6,5	2	1	2	10
SAPP 0,1%	21	16	11	3	4	8,5
SAPP (термообработка 90 градусов сутки)	15	13	5	3	4	10
Биополимерный	34	23	22	6	7	8
Биополимерный (термообработка 90 градусов сутки)	26	18	17	7	10	10
НТФ 0,1%	32	23	19	5	10	8
НТФ (термообработка 90 градусов сутки)	11	6	10	3	3	неконтролируемая
SAPP 0,1%	34	23	22	6	11	8
SAPP (термообработка 90 градусов сутки)	13	8	11	5	4	неконтролируемая

Значение фильтрации для исходных глинистого, полимер-глинистого и биополимерного растворов составило 14, 9 и 8 миллилитров соответственно (табл.). Однако после воздействия повышенной температуры на системы растворов, наблюдалось увеличение фильтрации (16, 12 и 10 мл). Это связано с флокуляцией частиц бентонита, а также частичной потерей стабильности ксантановой смолы в случае биополимерного раствора. Как после термообработки, так и при комнатной температурах, добавление дефлокулянтов уменьшало потери фильтрата в глинистой суспензии. Это было предсказуемо, поскольку дефлокулянты по своей сути нацелены на разрушение флокулированной структуры и, следовательно, образуют большую площадь поверхности по сравнению с исходным раствором, что приводит к увеличению адсорбции воды. В полимер-глинистом растворе снижения фильтрации не произошло, так как в систему уже изначально были добавлены реагенты для контроля водоотдачи ПАЦ НВ и ПАЦ ВВ. В биополимерной системе добавление дефлокулянтов на фильтрацию также не повлияло. Это вновь отсылает нас к факту о том, что действие дефлокулянтов основано в первую очередь на взаимодействии с глиной, входящей в раствор. С органическим полимером такого взаимодействия не происходит. Отдельно следует отметить факт несовместимости биополимерной системы с исследуемыми реагентами НТФ и SAPP. Фильтрация при добавлении данных присадок становится неконтролируемой. Данный результат подтверждает тезис о том, что один и тот же дефлокулянт в разных буровых системах будет имеет различную термостабильность.

**Выводы:**

- Неорганические дефлокулянты SAPP и НТФ значительно снизили значения реологических параметров в глинистой суспензии и полимер-глинистом буровом растворе. В биополимерной системе снижения не произошло, так как дефлокулянты не взаимодействуют с ксантановой смолой.
- Термостарение сгущает образцы бурового раствора, в результате чего увеличивается статическое напряжение сдвига. В глинистой суспензии и полимер-глинистой системе также происходит рост пластической вязкости.
- Исследуемые дефлокулянты уменьшили потери фильтрата как в исходной, так и в термообработанной глинистой суспензии. В полимер-глинистой системе значение фильтрации изначально было достаточно низким из-за добавления полимеров. В биополимерной системе не рекомендуется применение неорганических дефлокулянтов SAPP и НТФ, так как они теряют термостабильность, и фильтрация становится неконтролируемой.

Литература

1. Wilcox R. D. et al. Polymer deflocculants: Chemistry and application //SPE/IADC Drilling Conference. – Society of Petroleum Engineers, 1988.

2. Jessen F. W. et al. Deflocculation of fractionated montmorillonite by sodium polyphosphates //Society of Petroleum Engineers Journal. – 1961. – Т. 1. – №. 04. – С. 229-234.
3. Skelly W. G., Kjellstrand J. A. The thermal degradation of modified lignosulfonates in drilling muds //API paper. – 1966. – Т. 926.
4. American Petroleum Institute. Exploration and Production Department. Recommended practice standard procedure for field testing water-based drilling fluids. – American Petroleum Institute, 1997.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ДЕФЛОКУЛЯНТОВ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЛЬТРАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА БУРОВЫХ РАСТВОРОВ НА ВОДНОЙ ОСНОВЕ

И.В. Масалида, С. В. Дашиев

Научный руководитель – доцент К.М. Минаев

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Одним из основных критериев выбора подходящего дефлокулянта для конкретной системы является его термостабильность. Высокая температура – одно из семи загрязнений бурового раствора [1]. Температурное воздействие приводит к флокуляции частиц твердой фазы, так же, как это делает соль, но вызывает это косвенно путем деградации или десорбции стабилизаторов реологических свойств. Влияние возросших забойных температур стало совершенно очевидным уже очень давно, в конце 1930-х и начале 1940-х годов, когда молекулярный дегидратированный фосфат и дефлокулянты полифосфатного типа были стандартными разжижителями глинистых суспензий. Неорганические фосфатные разжижители подвергаются термическому разложению или возврату в орто-форму при температуре 65,5 °С и, таким образом, становятся неэффективными для поддержания удовлетворительных реологических свойств раствора, поскольку зачастую температура в стволе скважины превышает это значение. Таниновые соединения, в первую очередь экстракты квебрахо, стали популярными разжижителями для буровых растворов, применяемых для бурения более высокотемпературных скважин в 1950-х годах. Эти буровые растворы были более устойчивыми как к температуре, так и к механическим загрязнениям. То же можно сказать и о лигносульфонатах, чьи модификации применяются и по сегодняшний день [2]. На практике нецелесообразно указывать конкретную забойную температуру, при которой тот или иной дефлокулянт – разжижитель становится неэффективными, так как температура эта зависит не только от конкретной модификации лигносульфоната, но и от таких факторов, как плотность и тип бурового раствора, концентрация твердой фазы низкой плотности, тип твердой фазы, а также выбуренная порода и возможные примеси. В одном случае лигносульфонатный раствор выдерживает температуры до 232 °С, тогда как в другом - деградирует уже при 121 °С [3].

В текущем исследовании в качестве базовых систем выступили глинистая суспензия, полимер-глинистая система и биополимерная система для первичного вскрытия пласта. Исследуемые органические дефлокулянты: Desco – модифицированный хромтанин (MI Swaco), ФХЛС – М – феррохромлигносульфонат (ООО ГК «Миррико»). Определенное количество дефлокулянта – 0,1% вводилось в исходные растворы. Эффективность дефлокулянтов оценивалась при низких и высоких температурах. Эффект забойных температурных условий создавался путем термического старения образцов бурового раствора при температуре 90 °С в течение 24 часов.

Модификация органическими дефлокулянтами неоднозначно повлияла на реологический профиль исследуемых глинистой суспензии и полимер-глинистой системы (табл.). Когда сухие частицы дефлокулянта поступают в воду, отдельный слой реагента адсорбируют её на своих поверхностях, что приводит к увеличению расстояния между слоями и, следовательно, набуханию. Катионы, уравнивающие заряд лигносульфоната, склонны гидратироваться при взаимодействии с водой, тем самым заставляя слой частицы разделяться. В этом «расширенном» состоянии воздействие скоростью сдвига вызывает расслоение частиц, то есть дисперсию. В результате общий объем частиц, количество частиц и площадь поверхности становятся во много раз больше, чем у исходных сухих частиц. Во многом из-за увеличившегося количества присутствующих частиц твердой фазы в системе увеличилась пластическая вязкость (ПВ). В свою очередь динамическое напряжение сдвига (ДНС), являющееся показателем притяжения отрицательно заряженных слоев глины, снизилось из-за взаимного отталкивания частиц в результате дефлокуляции. Статическое напряжение сдвига (СНС), необходимое для иницирования потока жидкости не претерпевает значительных изменений из-за увеличения площади удельной поверхности частиц [4]. Данный результат также может быть связан с тем, что бентонит, входящий в состав буровых систем, изначально модифицирован полимерами, и не позволяет в полной мере проявить дефлокулирующие свойства исследуемых реагентов. В биополимерной системе при добавлении дефлокулянтов не происходит снижения реологических параметров (табл.). Анионные дефлокулянты не взаимодействуют с ксантановой смолой, являющейся основным структурообразователем биополимерной системы и имеющей схожий анионный характер.

Другим важным моментом является влияние термического старения. Повышение температуры способствует расслаиванию частиц бентонита, увеличивается площадь удельной поверхности и, следовательно, растет сопротивляемость потоку. Кажущаяся вязкость (КВ), характеризующая прокачиваемость бурового раствора, также возрастает. Следует иметь в виду, что расслоение частиц представляет собой процесс, в котором размер частиц уменьшается, а удельная площадь поверхности увеличивается, соответственно при термическом воздействии возрастает в том числе и пластическая вязкость.