

## СИНТЕЗ СТАБИЛИЗАТОРОВ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ НА ОСНОВЕ АКРИЛАМИДА И ИХ СТАБИЛИЗИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ

Тилеубаев С.О.,  
Абдикамалова А.Б.,  
Калилаев М.У.,  
Эшметов И.Д.

*Институт обций и неорганической химии, Ташкент, Узбекистан*

### Аннотация

Приводятся результаты исследования процессов синтеза новых стабилизаторов буровых растворов на основе акриламида и малеиновой кислоты. Были изучены влияние полимерных соединений понизителей фильтраций и вязкости на свойства минерализованных суспензий на основе бентонита Навбахорского месторождения. Установлено, при вводе в суспензию первым КМЦ и затем С2-7 в количестве 1 %, водоотдача пресного бурового раствора на основе НЩБ, снижается до нулевых значений при температуре 25°C, а водоотдача высокоминерализованного бурового раствора при таких условиях равна 1-2 см<sup>3</sup>/30 мин. В то же время, изменение последовательности вводимых реагентов уменьшает водоотдачу высокоминерализованных суспензий только до 3-4 см<sup>3</sup>/30 мин.

**Ключевые слова:** акриламид, малеиновая кислота, сополимер, стабилизатор, водоотдача, статическое напряжение сдвига, условная вязкость.

Для обеспечения необходимых свойств буровых растворов и поддержания их в процессе бурения производится добавка к ним различных химических реагентов [1, 2]. Высокие значения забойной температуры, пластового давления и попадание высокоминерализованных пластовых вод в буровой раствор могут вызвать изменение их структурно-механических и фильтрационных показателей.

Химическая обработка буровых растворов некоторыми реагентами приводит к их вспениванию. Интенсивность пенообразования и ее стойкость зависят от состава вводимых добавок, от свойства раствора и геологических условий скважины. Понизители фильтрации составляют отдельный класс реагентов для буровых растворов.

Полиакриламид (ПАА) и его производные являются наиболее широко используемыми промышленными водорастворимыми акриловыми полимерами благодаря низкой стоимости и высокой молекулярной массе. Наличие гидрофобных фрагментов в гидрофильной цепи придает ПАА высокую поверхностную и межфазную активность, и, следовательно, увеличивает способность адсорбироваться на границе раздела [3]. ПАА имеют высокую эффективность в качестве флокулянтов для водоочистки [3, 4]. Кроме того, полиакриламиды, модифицированные гидрофобными звеньями, нашли применение в качестве модификаторов реологии различных водных систем – в буровых растворах [5], лакокрасочных материалах, для биомедицинских целей [6] и в других областях.

В последние годы в нефтепромысловой химии возрастает интерес к ассоциирующимся сополимерам акриламида и гидрофобных сомономеров. Полимеры такого типа считаются наиболее перспективными реагентами для повышения нефтеотдачи [7, 8]. Особое внимание исследователей привлекает использование сополимеров ПАА в процессах полимерного заводнения при добыче нефти [9, 10], поскольку они обладают улучшенной термической стабильностью, устойчивостью к высоким скоростям сдвига и наличию солей по сравнению с высокомолекулярным гомополимером АА.

Водорастворимые полимеры на основе акриламида находят широкое применение в различных отраслях народного хозяйства. Они используются как высокоэффективные флокулянты для очистки питьевых и сточных вод, для стабилизации эмульсии и суспензии. Соплимеры на основе акриламида применяются в бумажной, нефтедобывающей промышленности как стабилизаторы буровых растворов, их используют как добавку к жидкостям, снижающее гидравлическое сопротивление при

течении их по трубам, в качестве структурообразователя грунтов в строительстве. Следовательно, разработка и усовершенствование способов получения полимера и сополимера на основе акриламида для различных практических целей является актуальной отраслью исследований фундаментальной и прикладной химии.

Для получения полиакриламида с необходимыми составом и структурой проводилась радикальная полимеризация в водных растворах акриламида (АА) в присутствии смесей инициаторов при значениях рН, создаваемых мономером, так и в слабощелочных и сильнощелочных средах. Процесс полимеризации осуществлялся в интервале температур от 20 до 55°C и концентрации инициаторов 0,01-0,2% при мольных соотношениях персульфата и сульфата калия 1:1,5. Последовательность проведения процесса синтеза следующее: в четырехгорлую круглодонную колбу с объемом на 500 мл, снабженную системой для продувания азотом, термометром, мешалкой и обратным холодильником, наливался 100 см<sup>3</sup> раствора, содержащего 0,14 моль АА и смесей инициаторов и. Полученная реакционная масса продувалась азотом для удаления воздуха из системы, давление в реакционном сосуде регулировалось подачей определенных количества азота и его удаления. Смесью выдерживался в термостате в течение 1-6 часов при температуре 20-55°C, при постоянном перемешивании. рН исходного раствора 2,4. В результате реакции образуется густая, гомогенная, прозрачная масса со значением рН=2,1-2,2.

Синтезированный полимер из реакционной среды выделялся путем добавления при комнатной температуре по порциям ацетона до достижения полного его осаждения.

Для синтеза сополимеров был выбран в качестве мономера малеиновая кислота (МК). Сополимеризация проводилась в водном растворе и все условия данного процесса были одинаковыми с процессами синтеза ПАА. Мольное соотношение исходных мономеров, т.е. МК и АА варьировалось в пределах от 1:5 до 1:10, при этом рН растворов достиг значений от 1,65 до 2,18.

В результате реакции образуется густая, гомогенная, прозрачная масса со значением рН=2,11 при соотношениях исходных мономеров 1:5 (МК:АА), а увеличение количества АА до 10 на моль МК приводит к повышению значений рН на 0,07 единиц. При данных случаях получены образцы сополимеров, хорошо разбавляемые водой. Наилучший результат с точки зрения выхода полимера и его вязкости получен при соотношениях МК и АА 1:7 и при таких соотношениях выход составил около 96,81%. Этот образец условно обозначен С1-7.

Были изучены влияние полимерных соединений понизителей фильтратий и вязкости на свойства минерализованных суспензий на основе бентонита Навбахорского месторождения (НЩБ). Зависимость концентрации различных полимерных соединений на вязкость, СНС и водоотдачу суспензий НЩБ приведены ниже.

На приведенных рисунках видно (рис. 1-3), что обработка полимерами улучшают вязкостные свойства, СНС и фильтрационные свойства суспензий.

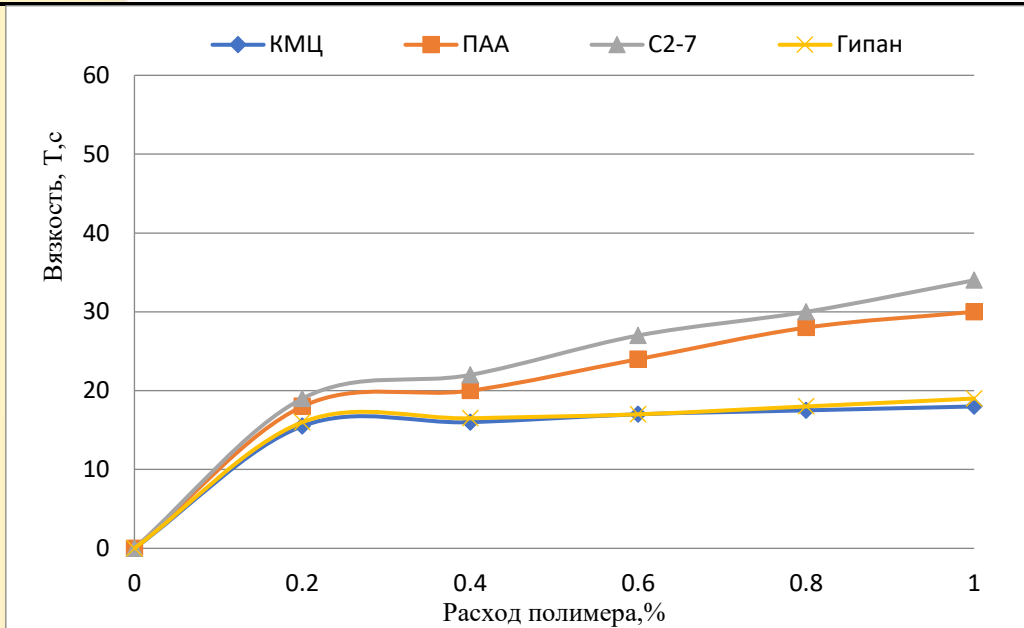


Рис. 1. Влияние концентрации полимеров на условную вязкость минерализованных (NaCl 5 %) 5 % суспензий НЦБ: 1) КМЦ; 2) ПАА; 3) С2-7; 4) Гипан.

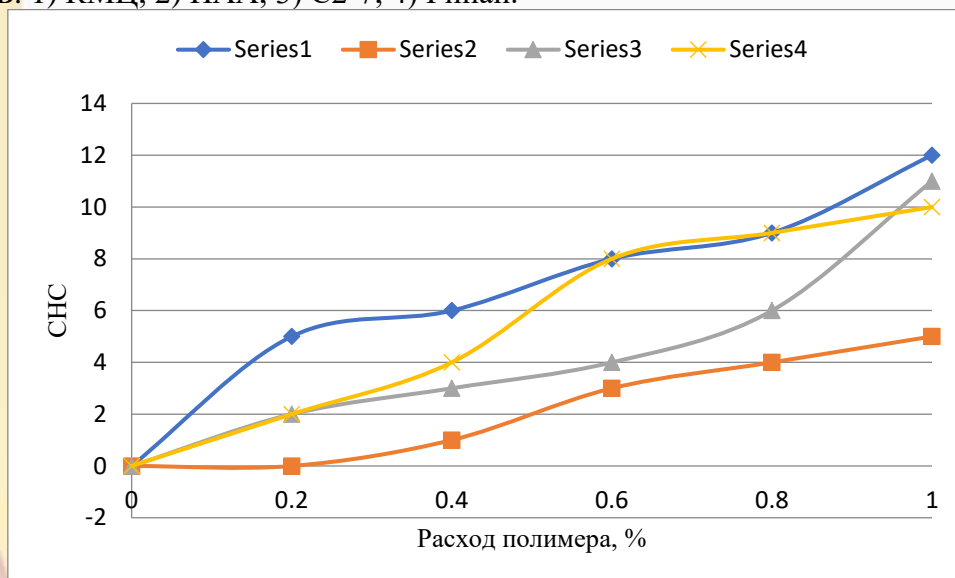


Рис. 2. Влияние концентрации полимеров на СНС минерализованных (NaCl 5 %) 5 % суспензий НЦБ: 1) КМЦ; 2) ПАА; 3) С2-7; 4) Гипан.

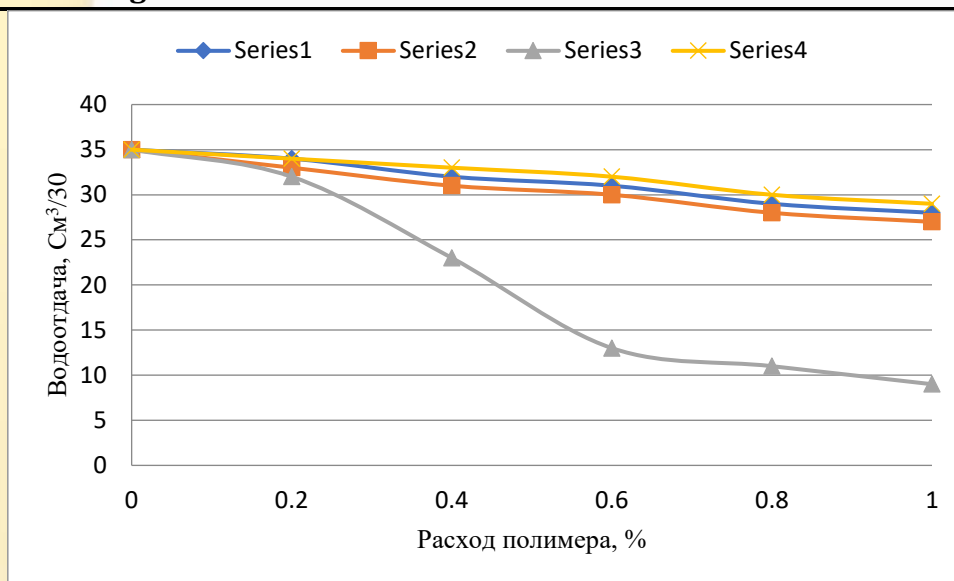


Рис. 3. Влияние концентрации полимеров на водоотдачу минерализованных (NaCl 5 %) 5 % суспензий НЩБ: 1) КМЦ; 2) ПАА; 3) С2-7; 4) Гипан.

Как оказалось, все изучаемые стабилизаторы в значительной степени теряют свои специфические характеристики при наличии минерализации в растворе. Следовательно, несмотря на обработку глинистых буровых растворов стабилизаторами попадание пластовых высокоминерализованных вод или выбуренной породы при бурении солевой толщи вызывает снижение технологических характеристик в виде увеличения водоотдачи, снижение вязкости и кинетической устойчивости. Поэтому в схожих условиях на практике бурения применяют комплекс стабилизирующих реагентов. Исследовалось также совместное действие добавок. Ввиду сложности и разности механизма действия различных добавок на устойчивость системы, при обработке различными реагентами особое значение придавалось на порядок их ввода в систему. Так, при вводе в суспензию первым КМЦ и затем С2-7 в количестве 1 %, водоотдача пресного бурового раствора на основе НЩБ, снижается до нулевых значений при температуре 25°C, а водоотдача высокоминерализованного бурового раствора при таких условиях равна 1-2 см³/30 мин. В то же время, изменение последовательности вводимых реагентов уменьшает водоотдачу высокоминерализованных суспензий только до 3-4 см³/30 мин. В данном случае можно смело утверждать о синергетическом эффекте повышения стабилизирующей способности данных реагентов.

При обработке с КМЦ и ПАА в количестве 1% наблюдается снижение водоотдачи у пресных и минерализованных растворов до 0-1 и 4-6 см³, соответственно. Практически одинаковые результаты получены для буровых растворов с гипаном в качестве второго стабилизатора.

Таким образом, для стабилизации глинистых буровых растворов при наличии минерализации следует применить комплексный подход, включающий обработку с КМЦ (или КМК и окисленный крахмал) и синтетических полимерных стабилизаторов. Самый лучший результат с точки зрения получен при использовании стабилизатора на основе АА и МК.

#### Список использованной литературы:

1. Исламов Х.М. Разработка композиционных химических реагентов на основе ксантовой смолы лигносульфонатов для обработки буровых растворов // «Научные труды» Нахчыванского Государственного Университета. – 2014, №3, С. 30-33.
2. Басарыгин Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Заканчивание скважин. – М.: Недр-Бизнесцентр, 2002. 454-455 с.
3. Yahaya, G.O. Solution behavior of hydrophobically associating
4. watersoluble block copolymers of acrylamide and N-benzylacrylamide / G.O. Yahaya, A.A. Ahdab, S.A. Ali et al. // Polymer. – 2001. – Vol. 42, N 8. – P. 3363-3372.

5. Zou, W. Adsorption of hydrophobically modified polyacrylamide P(AM-NaAA-C16DMAAC) on model coal and clay surfaces and the effect on selective flocculation of fine coal / W. Zou, L. Gong, J. Huang // Minerals Engineering. – 2019. – Vol. 142. – P. 105887.
6. Xie, B.Q. A Novel Hydrophobically Modified Polyacrylamide as a
7. Sealing Agent in Water-based Drilling Fluid / B.Q. Xie, Z.S. Qiu, J. Cao // Petroleum Science and Technology. – 2013. – Vol. 31, N 18. – P. 1866-1872.
8. Forster, R.E. Hydrophobically modified polyacrylamide block copolymers for fast, high-resolution DNA sequencing in microfluidic chips / R.E. Forster, T.N. Chiesl, C. P. Fredlake // ELECTROPHORESIS. – 2008. – Vol. 29, N 23. – P. 4669-4676.
9. Taylor, K.C. Water-soluble hydrophobically associating polymers for
10. improved oil recovery: A literature review / K.C. Taylor, H.A. Nasr-El-Din // J.Pet. Sci. Eng. – 1998. – Vol. 19. – P. 265-280.
11. Филиппова, О.Е. «Умные» полимеры для нефтедобычи / О.Е. Филиппова, А.Р. Хохлов // Нефтехимия. – 2010. – Т. 50, № 4. – С. 279-283.
12. Afolabi, R.O. Effect of Surfactant and Hydrophobe Content on the Rheology of Poly(acrylamide-co-N-dodecylacrylamide) for Potential EOR Application / R.O. Afolabi // American Journal of Polymer Science. – Vol. 5, N 2. – P. 41-46.
13. Chen, H. Synthesis, Characterization, and Property Evaluation of a Hydrophobically Modified Polyacrylamide as Enhanced Oil Recovery Chemical / H. Chen, H. Tang, X. Wu et al. // Journal of Dispersion Science and Technology. – 2015. – Vol. 37, N 4. – P. 486-495.