

УДК 622.245

**ОЦЕНКА РЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МОДИФИЦИРОВАННОГО
КРАХМАЛА В БУРОВЫХ РАСТВОРАХ**

**БҰРҒЫЛАУ ЕРІТІНДІЛЕРДЕ ТҮРЛЕНДІРГЕН КРАХМАЛДЫН РЕОЛОГИЯЛЫҚ
ПАРАМЕТРЛЕРІН ЗЕРТТЕУ**

**INVESTIGATION OF RHEOLOGICAL PARAMETERS OF MODIFIED
STARCH IN DRILLING FLUIDS**

А.Ш. ЗАЙНУЛЛИНА, Я.Ю. ПЕСИРИДИ, М. ИСМУКАШЕВА
A.SH. ZAINULLINA, YA.YU. PESIRIDI, M. ISMUKASHEVA

(Алматинский технологический университет)
(Алматы технологиялық университеті)
(Almaty Technological University)
E-mail: zash1953@mail.ru

Статья посвящена оценке реологических параметров модифицированного крахмала в буровых растворах. Исследованы зависимости изменения вязкости водных растворов крахмала с повышением температуры, а также зависимость вязкости крахмала от концентрации солей NaCl, KCl, MgCl₂, CaCl₂.

Исследования показали, что при повышении концентрации солей происходит процесс комплексообразования катионов щелочных и щелочноземельных металлов с макромолекулами крахмала. Для всех исследованных солей характерно наличие комплексов при концентрации соли 0,04 г/дл. Предложенные буровые растворы биоразлагаемы и не требуют дополнительных мер для утилизации.

Мақала түрлендірілген крахмалдың бұрғылау ерітінділерінің реологиялық параметрлерін бағалауға арналған. Температураны арттыру арқылы крахмал сулы ерітіндісінің тұтқырлық өзгерісі зерттелді, сондай-ақ NaCl, KCl, MgCl₂, CaCl₂ тұздарының концентрацияларынан крахмал тұтқырлығының тәуелділігі анықталды.

Зерттеуде көрсетілгендей, тұздардың концентрациясын арттырған сайын сілтілі және сілтілізгер металл катиондары, крахмал макромолекулаларымен комплекс түзу процесін түзеді. Барлық зерттелген кешенді тұздарға 0,04 г/дл концентрлі тұзы тән табылады.

Ұсынылған бұрғылау ерітінділері биологиялық ерігіш болып, қалдықтарды жою бойынша қосымша шараларды қажет етпейді.

The article is devoted to estimation of rheological parameters of modified starch in drilling fluids. Dependences of the viscosity of aqueous solutions of starch with the temperature increase, as well as the dependence of the viscosity of starch on the concentration of NaCl, KCl, MgCl₂, CaCl₂ salts were studied.

Studies have shown that when the concentration of salts increases, the process of complexing cations of alkali and alkaline-earth metals with macromolecules of starch takes place. For all the salts studied, complexes with a salt concentration of 0.04 g / dl are characteristic. The proposed drilling fluids are biodegradable and do not require additional measures for disposal.

Ключевые слова: буровые растворы, полисахариды, гидрогели, реологические параметры, влияние солей.

Негізгі сөздер: бұрғылау ерітінділері, полисахаридтер, гидрогельдер, реологиялық параметрлер, тұздар әсері.

Key words: drilling fluids, polysaccharides, hydrogels, rheological parameters, the influence of salts.

Введение

При проведении буровых работ циркулирующую в скважине жидкость принято называть буровым раствором. Буровой раствор кроме удаления шлама должен выполнять другие, в равной степени важные функции, направленные на эффективное, экономичное, и безопасное выполнение и завершение процесса бурения. По этой причине, исследования в области состава буровых растворов и оценка его свойств является важной и актуальной темой научно-практических исследований и анализа.

Буровой раствор должен иметь состав и свойства, которые обеспечивали бы возможность борьбы с большинством из возможных осложнений и не оказывали негативного воздействия.

Необходимость в регулировании свойств бурового раствора возникает в следующих случаях:

- 1) при приготовлении - для получения раствора с заданными свойствами;
- 2) в процессе бурения - для поддержания требуемых функций;
- 3) в процессе бурения - для изменения параметров применительно к изменяющимся геологическим условиям.

Буровой раствор состоит из различных компонентов и является комплексной дисперсной системой, состоящей из суспензионных, эмульсионных и аэрированных жидкостей, и применяется в целях промывки скважин в процессе бурения [1].

Для каждого конкретного случая бурения, необходимо подбирать оптимальный состав промывочной жидкости. К настоящему времени не разработан универсальный буровой раствор, способный одинаково эффективно выполнять весь перечень функций и соответствовать всем видам условий.

Важными реологическими свойствами (характеристиками, по которым определяется качество) бурового раствора являются:

- условная вязкость;
- пластичная вязкость;
- показатель фильтрации.

Достаточный уровень условной вязкости бурового раствора необходим для того, чтобы выносить частицы выбуренной породы на поверхность скважины. Если частицы остаются в скважине, они начинают поглощать буровой раствор, что нежелательно. Тем не менее, слишком высокая вязкость оказывает негативное влияние на очищение бурового раствора, т.к. способствует повышению гидравлического сопротивления в циркуляционной системе скважин. Показатель пластичной вязкости оказывает прямой эффект на процесс бурения, т.к. характеризует внутреннее трение слоев дисперсионных сред, диспергированных частиц и межфазовое взаимодействие.

Показатель фильтрации косвенно характеризует способность буровых растворов фильтровать определенные элементы жидкой фазы. Эта величина определяется количеством дисперсионной среды, которая проходит сквозь

фильтр под воздействием перепада давления за определенную единицу времени [2-3].

С применением качественного бурового раствора, заданного состава и свойств, производится одновременное успешное вскрытие отложений, отличающихся по характеру возможных осложнений. Таковыми могут быть водо- и газопроявляющие горизонты и неустойчивые глины, надсолевые, солевые и подсолевые отложения.

Полисахариды применяются в нефтяной отрасли как реагенты для выравнивания фронта заводнения, в качестве буровых растворов, промывочных и тампонажных жидкостей [4].

В последнее время в мировой практике бурения для вскрытия продуктивных пластов применяют буровые растворы, содержащие в своем составе полисахариды. Анализ зарубежных и отечественных рецептур буровых растворов показывает, что наиболее распространенными и доступными реагентами для регулирования структурно-реологических и фильтрационных свойств являются крахмалсодержащие реагенты. Одним из свойств крахмала является его хорошая пленкообразующая способность, а также саморазрушение во времени.

Крахмал состоит из двух типов молекул, амилозы (в среднем, 20-30%) и амилопектина (в среднем, 70-80%). Эти фракции обладают различными свойствами. Молекулы амилозы представляют собой линейные и слабо разветвленные спиралеобразные цепи. Амилоза в разбавленных растворах крахмала легко ассоциируется и осаждается. Это явление называется ретроградацией. В более концентрированных растворах это придает крахмалу способность к образованию геля.

Амилопектин сильно разветвлен и обладает дихотомической структурой. Амилопектин устойчив в растворе и не обнаруживает склонностей к ретроградации.

Оба типа являются полимерами, содержащими в качестве мономера α -D-глюкозу. Это соединения по своей природе противоположны: амилоза имеет меньшую молекулярную массу и больший объем, тогда как молекулы амилопектина тяжелее, но более компактные.

Возможно также модифицирование крахмала с образованием поперечных связей, придающим макромолекулам особую устойчивость. Во всех случаях достигается клейс-

теризация – основной механизм образования коллоидных крахмальных растворов. Клейстеризация крахмала может быть достигнута не только путем нагревания, но и другими способами, для этого его необходимо модифицировать. Достигается это путем преобразования многочисленных функциональных групп углеводородных цепей и их деполимеризацией. Бромиды, иодиды, роданиды натрия и некоторые другие соли усиливают набухание крахмала и позволяют клейстеризовать его на холоде. Обработка йодом улучшает стабилизирующие действия крахмала.

Имеются различные методы модификации крахмала путем декстринизации кислотой, фосфатирования, окисления, обработкой ферментами, аминами, альдегидами и т.д.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования были водные растворы крахмала с концентрациями от 0,2 до 0,5 г/дл.

В ходе работы были использованы соли, такие как NaCl, KCl, CaCl₂, MgCl₂ при различных нормальностях.

Для эксперимента были использованы общепринятые методы определения физико-химических свойств.

Вискозиметрический метод Уббеллоде (Ubbelohde –Viskosimeter 501 11).

Метод сканирующей электронной микроскопии РЭМ JSM-6490LV.

Исследование физико-механических свойств гидрогелей, Textureanalyser.XTplus фирмы StableMicroSystems (Англия).

Исследование реологических параметров предложенных буровых растворов, RHEOLABQC фирмы AntonPaar (Австрия) в интервале температур 25÷70°C.

Измерение pH среды растворов проводили с помощью pH-метра “Mettler-Toledo MPC-227” (Швейцария) при комнатной температуре.

Значения СНС определяли на приборе СНС – 2.

Показатель фильтрации промывочных жидкостей определяли на приборе ВМ-6.

Толщину фильтрационной корки измеряли на приборе ВИКА ИВ-2.

Результаты и их обсуждение

Температура оказывает значительное влияние на реологические свойства полисахаридов.

В ходе исследования были взяты растворы крахмала с концентрациями 0.5; 0.75; 1

г/дл. На рисунке 1 изображены кривые, которые характеризуют изменения вязкости вод-

ных растворов с увеличением температуры от 25 до 70°C.

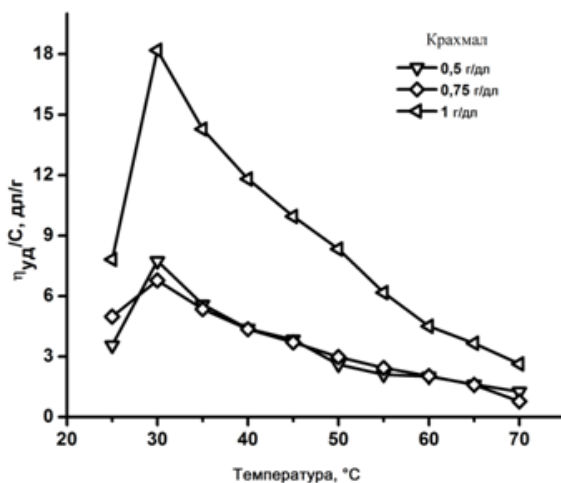


Рисунок 1 - Влияние температуры на приведенную вязкость растворов модифицированного крахмала

Зависимости приведенной вязкости от температуры у крахмала (рис. 1) имеют экстремальный характер для всех исследуемых концентраций: 0,5 г/дл, 0,75 г/дл, 0,1 г/дл. Наблюдаемое повышение вязкости при 30°C обусловлено изменением конформации макромолекул крахмала, что очевидно термоиндуцированному конформационному переходу макромолекулы амилопектина. Слабое повышение вязкости отмечено в области темпе-

ратуры около 60°C. Изменение конформации макромолекул происходит из-за ограничения вращения звеньев вокруг связей, в результате чего она принимает наиболее вероятную форму глобулярного клубка.

На рисунке 2 представлено изменение вязкости крахмала (с концентрацией 0,5 %) с изменением концентрации солей NaCl, KCl, MgCl₂, CaCl₂.

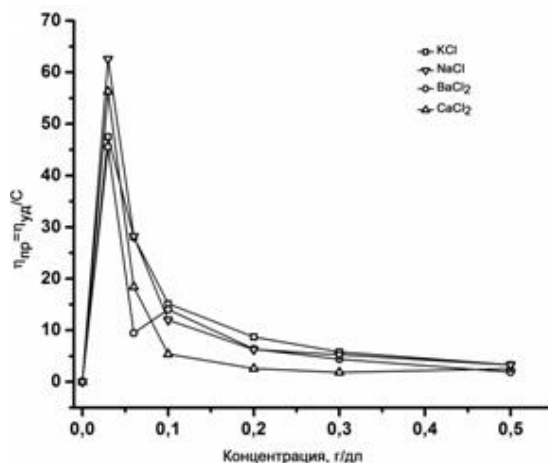


Рисунок 2 - Влияние солей на вязкость растворов модифицированного крахмала

На рисунке 2 представлены изменения вязкости раствора крахмала при повышении концентрации солей от 0,03 до 0,5 г/дл. Максимумы на кривых зависимостях указывают на процесс комплексообразования катионов щелочных и щелочноземельных металлов с макромолекулами крахмала. При этом для всех исследованных солей характерно нали-

чие комплексов при концентрации соли 0,04 г/дл. Для хлорида натрия отмечено также наличие второго комплекса при концентрации соли 0,1 г/дл. Характерное для всех кривых снижение вязкости с ростом концентрации соли обусловлено ростом ионной силы раствора.

Буровые растворы (БР) должны иметь высокую вязкость при низких скоростях сдви-

га и низкую при высоких. Это необходимо для удержания выбуренной породы во взвешенном состоянии при остановке бурения и низкое сопротивление течению при циркуляции БР, чтобы не создавать дополнительное давление на проницаемые пласты в кольцевом пространстве скважины. Применительно к псевдопластичным жидкостям это условие реализуется при показателе нелинейности $n=0,1-0,3$ и наличии тиксотропии [5]. Растворы крахмала имеют высокие значения n . Исследования, проведенные ранее, показали, что ксантан проявляет устойчивость к высоким температурам и действию солей и проявляет себя как структообразователь [6].

В этой связи можно предположить, что для обеспечения псевдопластичного поведения в состав буровых растворов должны входить смесь крахмала и других углеводов.

Заключение

Проведенные исследования показали, что в буровых растворах полисахарид крах-

мал может быть использован для понижения водоотдачи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ермолаева Л.В. Буровые промывочные растворы// Учебное пособие. - Самара; Самар. гос. техн. ун-т, 2009. - 46 с.
2. Овчинников В.П., Аксенова Н.А. Буровые промывочные жидкости// Учебное пособие, Тюмень: Нефтегазовый университет, 2008. - 309 с.
3. Рязанов Я.А. Энциклопедия по буровым растворам. - Оренбург: Летопись, 2006. — 664 с.
4. Павловская А.В. Оценка эффективности использования новых буровых растворов в бурении нефтяных и газовых скважин: учебное пособие. - Ухта: УГТУ, 2009. – 43 с.
5. Советов Г.А. Основы бурения и горно-го дела. – М.: Москва, 2006. – 368 с.
6. Зайнуллина А.Ш., Песириди Я.Ю. Исследование реологических параметров полисахаридов в буровых растворах. //Вестник Алматинского технологического университета. -№4 (113). -2016.- С.103-107.