

Ф.А.Агзамов, Д.В.Морозов.

Уфимский Государственный Нефтяной Технический Университет, Уфа

ПРИМЕНЕНИЕ БИОПОЛИМЕРОВ ДЛЯ ВОДОИЗОЛЯЦИИ ПЛАСТОВ

ВВЕДЕНИЕ

Бурное развитие биотехнологии, происходящее в последние годы, привело к появлению возможности использования в нефтяной промышленности экзогенных высокомолекулярных продуктов микробиологического синтеза - полисахаридов, получивших в технике название "биополимеры". Практическая ценность биополимеров определяется прежде всего их способностью в малых концентрациях резко менять реологические свойства водных систем - повышать вязкость, образовывать гели, служить стабилизаторами суспензий и эмульсий. Эти свойства привлекли внимание нефтедобытчиков, и биополимеры в последние два десятилетия стали испытывать и применять в практике разведочного и эксплуатационного бурения, изменения приемистости призабойных зон, повышения эффективности процессов нефтевытеснения.

По сравнению с традиционно применяемыми при добыче нефти водорастворимыми синтетическими полимерами, в частности, полиакриламидом, биополимеры обладают рядом существенных преимуществ в т.ч. такими, которые позволяют применять их в очень жестких условиях, где использование синтетических полимеров неэффективно.

Биополимеры устойчивы при температурах до 100-120°C, а некоторые представители даже до 150°C, что перекрывает весь температурный диапазон разрабатываемых месторождений. Биополимеры устойчивы в широком интервале рН, как в кислой, так и в щелочной среде. Это позволяет применять их как для составления щелочных композиций, обладающих повышенными нефтевытесняющими свойствами, так и кислотных с пролонгированной

растворяющей способностью в отношении карбонатов коллекторских пород.

Особенностью биополисахаридов является наличие в их составе большого числа функциональных химически активных групп – гидроксильных, карбоксильных, карбонильных, ацетатных и др. Это открывает возможность их химической модификации путем прививок, комплексообразования и т.п. с целью придания им ценных в практическом отношении свойств – поверхностно-активных, гелеобразующих, антикоррозионных и др. [1].

Недавно в России выделен штамм-продуцент микробных полисахаридов и отработана технология его производства [2,3]. Отличительной особенностью отечественного биополимера является экспериментально подтвержденная возможность его использования в виде постферментационной жидкости, что имеет принципиальное значение. Исключение стадий выделения и сушки при производстве биополимера обеспечивает многократное снижение себестоимости и позволяет сохранить полезные свойства раствора, необратимо утрачиваемые при традиционных способах выделения сухого биополимера из постферментационной жидкости. Результаты лабораторных исследований свойств растворов отечественного биополимера [4] свидетельствуют о высоких потенциальных возможностях его использования в качестве заменителя дорого полиакриламида в процессах повышения нефтеотдачи и ограничения притоков воды.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Нами в лабораторных условиях было исследовано влияние пластовой воды на биополимерную композицию на основе продукта БП-92, а также уточнена зависимость времени гелеобразования от концентраций применяемых реагентов.

Для проведения работ использовались дистиллированная вода, а также, раствор биополимера "Продукт БП-92", который представляет собой постферментационную жидкость, получаемую при культивировании бактерий *Azotobacter Vinelandii* штамм ФЧ-1. Основной активный компонент раствора-кислый экзополисахарид, боковые цепи которого содержат остатки уроновых и

жирных кислот. Наличие урановых кислот предопределяет реакционную способность полимера по отношению к ионам металлов, а остатки жирных кислот придают раствору поверхностно-активные свойства и высокую эмульгирующую способность. Указанный раствор является реологически сложной жидкостью, совокупность ее свойств не удастся описать в рамках известных реологических моделей. Для раствора характерны вязкоупругие свойства, предельное напряжение сдвига и зависимость вязкости от градиента скорости сдвига.

Согласно экспериментально полученной зависимости вязкости 0,1%-ого полимерного раствора при температуре 50°C от скорости сдвига ее значения снижаются с увеличением скорости сдвига [4].

Взаимодействие полимерных ассоциатов с ионами солей является весьма важным аспектом практического применения полимера в качестве водоизолирующего агента.

Уже первые исследования этого вопроса показали деструктивное влияние пластовой воды на БП-92. Вязкость раствора на основе пластовой воды в несколько раз ниже вязкости раствора на основе пресной воды (при одинаковой концентрации биополимера). Полученные результаты сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Влияние концентрации биополимера на вязкость водных растворов (10^{-3} Па*с)³

Вода	Концентрация биополимера, %			
	1*	0,5	0,3	0,1
Пресная	434,234	105,333	18,961	1,657
Пластовая	434,234	22,167	3,679	1,667

Примечание * За 1%-ную концентрацию принята товарная форма биополимера

Следовательно, при закачке необходимо создать пресную оторочку, а уже после закачивать биополимерный раствор.

Как уже было сказано, добавка одного - и двухвалентных солей оказывает влияние на вязкость раствора этого экзополисахарида. Однако, трехвалентные ионы (Cr^{3+} , Al^{3+} , Ce^{3+} и Fe^{3+}) могут вызывать гелеобразование.

Были проведены исследования с хромокалиевыми квасцами $\text{K}_2\text{SO}_4\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$, где они выступили в качестве сшивающего материала.

Одним из основных параметров, который характеризует применение гелеобразующей композиции для кольматации высокопроницаемых зон пластов, является время гелеобразования - период времени от момента приготовления гелеобразующего раствора до момента потери раствором полной текучести. Варьируя количество добавляемых квасцов, можно получать гелеобразующие растворы с различным временем гелеобразования (см. табл. 2).

Таблица 2

Влияние концентрации хромо-калиевых квасцов на время гелеобразования

№ опыта	Концентрация биополимера, %	Концентрация квасцов, %	Время гелеобразования, час
1	0,1	0,08	18
2	0,1	0,09	15
3	0,1	0,1	12
4	0,1	0,2	8
5	0,1	0,3	5
6	0,1	0,4	3

Принцип гелеобразования использует повышенную температуру пласта, благодаря чему происходит образование геля. На время гелеобразования, и как следствие глубину проникновения раствора в пласт, решающее влияние оказывает концентрация квасцов, биополимера и температура. Концентрация

квасцов должна подбираться таким образом, чтобы время гелеобразования было больше, чем время между смешиванием биополимера, пресной воды и хромокалиевых квасцов и прохождением этой смесью до призабойной зоны скважины при любых температурах. При этом следует учитывать возрастание температуры по мере прохождения ствола скважины от начальной до температуры призабойной зоны пласта. Вероятность гелеобразования в стволе скважины должна быть полностью исключена. Кроме того, должен оставаться запас времени до окончательного формирования геля в отдаленных от призабойной зоны участках пласта.

Перед началом лабораторных исследований проводится изучение имеющегося фактического геологопромыслового материала по данному пласту, скважине, месторождению (площади). Изучается строение залежи нефти по высоте - и по керновому материалу и комплексу промыслово-геофизических данных выделяются типы пород с определением их физических свойств, которые могут являться коллекторами нефти и газа. Также изучаются особенности проводки скважин, вскрытия пласта бурением и технологии испытания. Все эти данные учитываются при моделировании эксперимента в лаборатории в условиях, приближенных к пластовым. Затем изготавливается из смеси песка и эпоксидной смолы искусственный керн цилиндрической формы диаметром 25-30 мм, длиной 39мм. Образец высушивают в печи в течение двух суток и определяют его газопроницаемость по обычной методике. После высушивания насыщают под вакуумом пресной водой в течение 7-10 суток (см. рис.1).

После такой подготовки образец керна помещают в кернадержатель установки УИПК - 1М (установка исследования проницаемости керна), создают давление гидрообжима, перепад давления на торцах образца и осуществляют фильтрацию пресной воды до полной стабилизации процесса.

На 3 этапе осуществляется закачка гелеобразующего раствора, образец помещается в печь под давлением для реагирования на 24 часа.

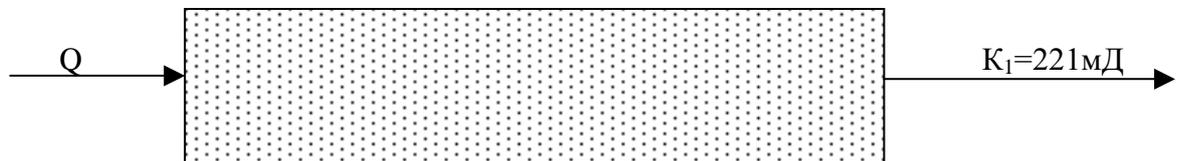
На 4 этапе производится замер проницаемости образца после

$K=1394\text{мД}$ - проницаемость кернa по воздуху
 $Q=1/36\text{ см}^3/\text{с}$ - расход при котором проводился эксперимент

1 Этап. Насыщение кернa пресной водой



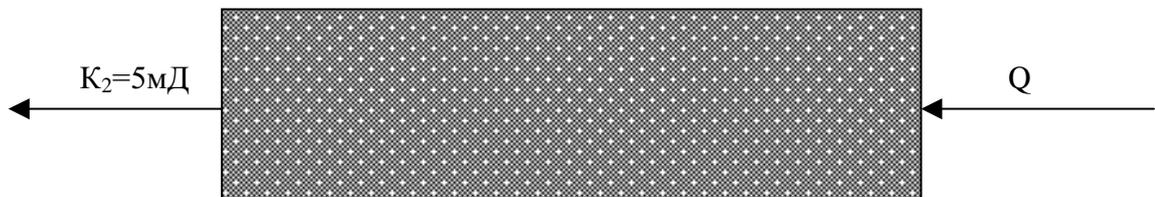
2 Этап. Определение проницаемости кернa по пресной воде



3 Этап. Закачка раствора и ожидание гелеобразования(24 часа)



4 Этап. Определение проницаемости кернa через 24 часа



Закупоривающая способность $\frac{K_1 - K_2}{K_1} \cdot 100\% = \frac{221 - 5}{221} \cdot 100\% = 97,7\%$

Рис.1 Схема проведения эксперимента.

гелеобразования по пластовой воде.

После всех измерений рассчитывается закупоривающая способность. В данном случае она получилась равной 97,7%, это говорит о том, что проницаемость была снижена практически до нуля, и она может быть рекомендована к промышленному эксперименту.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных экспериментов было обосновано применение биополимера для водоизоляции высокопроницаемых зон пласта.

Получены концентрации хромокалиевых квасцов (0,08-0,4%) варьируя которые можно замедлить или ускорить гелеобразование.

Исследовано влияние пластовой воды на биополимерный раствор.

Исходя из вышесказанного предлагается следующая технология применения гелеобразующего раствора:

1. Рассчитывается общий объем закачиваемой жидкости.
2. Закачивается буфер пресной воды, чтобы оттеснить, фронт пластовой воды.
3. Закачивается гелеобразующий раствор.
4. Дается выдержка на время гелеобразования (24 часа)
5. Проводится освоение скважины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Е.Н. Сафонов, Р.Х. Алмаев Методы извлечения остаточной нефти на месторождениях Башкортостана. – Уфа: РИЦ АНК "Башнефть", 1997. – 247 с.: табл.; ил.
2. Патент РФ на изобретение №2073712. Штамм бактерий продуцент экзополисахарида.
3. Патент РФ на изобретение №2062788. Способ непрерывного получения экзополисахаридов.
4. Балакин В.В., Власов С.А., Фомин А.В. Моделирование полимерного заводнения слоисто-неоднородного пласта //Нефтяное хозяйство. 1998. - №1.- с.47-48.