

Николай И. Николаев*, Владимир А. Капитонов*

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ СВОЙСТВ
БИОПОЛИМЕРНЫХ РАСТВОРОВ
НА ОСНОВЕ КСАНТАНОВЫХ СМОЛ ДЛЯ ВСКРЫТИЯ
НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ ПЛАСТОВ**

Буровые растворы на глинистой основе оказывают негативное воздействие на продуктивные пласты. Растворы на нефтяной основе обладают низкой транспортирующей способностью и нарушают экологическую обстановку. Этим недостаткам лишены безглинистые полимерные буровые растворы на основе модифицированных микробных полисахаридных материалов – экзополисахаридов (ЭПС), часто называемых биополимерами [1]. В настоящей работе проведено сравнение фильтрационных и реологических свойств растворов на основе ксантановых смол различного производства, а также получены результаты применения реагентов-модификаторов для достижения требуемых фильтрационных характеристик.

Рассматриваемый биополисахарид представляет собой легкодоступный коммерческий продукт различных сортов, выпускаемый под торговыми наименованиями: Rodhopol, Barginan, Haihua IN, Haihua IV. В таблице 1 приведены фильтрационно-реологические параметры, замеренные через 2 часа после приготовления растворов в дистиллированной воде.

Из таблицы видно, что водоотдача растворов, приготовленных на основе Rodhopol и Barginan в 2 раза ниже, чем у Haihua IN и Haihua IV. Из практики бурения неустойчивых и проницаемых отложений установлено, что в этих условиях водоотдача должна находиться в пределах 3–6 см³ за 30 мин.

Технологические свойства бурового раствора на основе микробных полисахаридов ухудшаются в результате биодеструкции. Чтобы определить изменения параметров, были проведены лабораторные исследования 0,5% водных растворов биополимеров Rodhopol 23 P/W и Barginan No. 91 с интервалом в 3 суток. Результаты приводятся на рисунке 1.

* Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет) им. Г.В. Плеханова, Санкт-Петербург, Россия

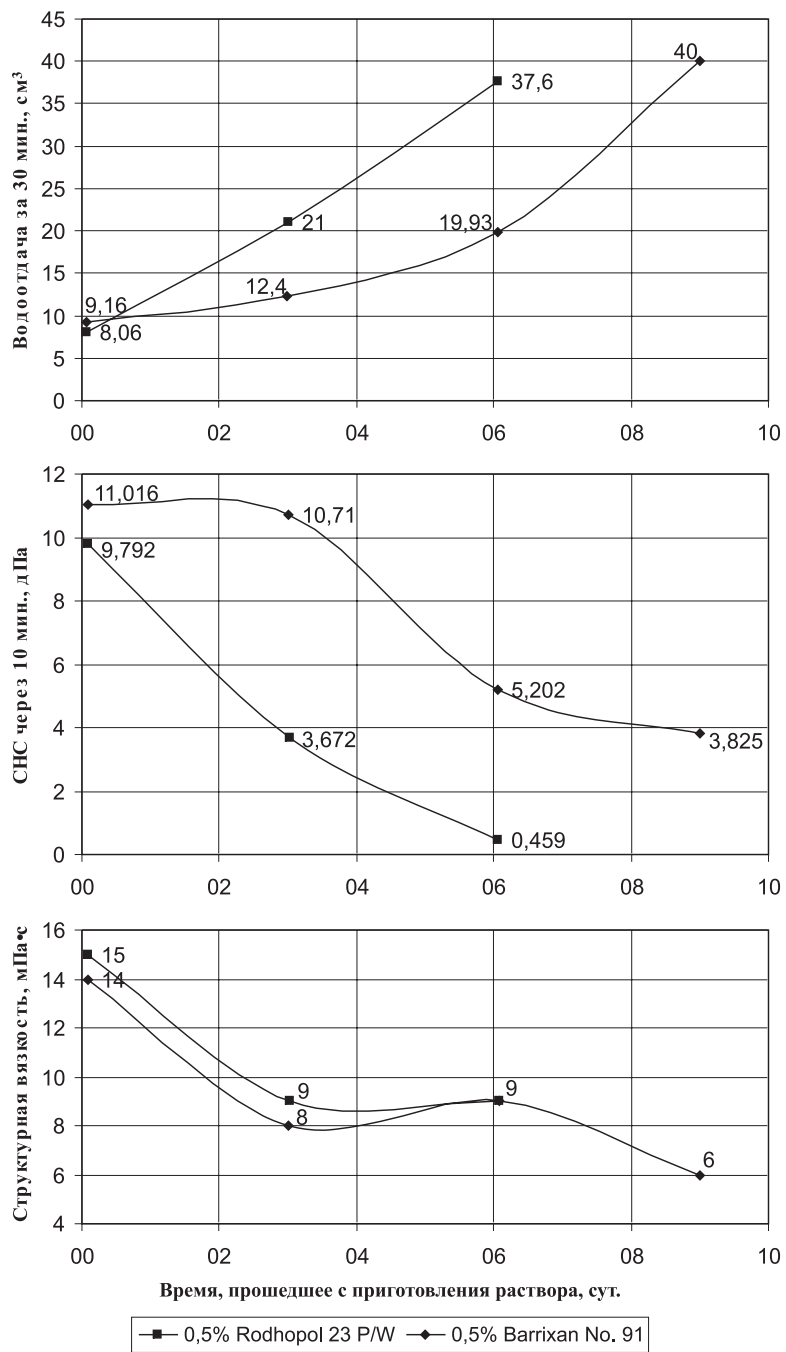


Рис. 1. Изменение во времени водоотдачи, структурной вязкости и статического напряжения сдвига 0,5% водных растворов Rodhopol 23 P/W и Barrixan No. 91

Таблица 1
Фильтрационно-реологические параметры биополимерных растворов

Концентрация реагента по массе	Условная вязкость, сек	Водоотдача за 30 мин., см ³	Коэффициент трения корки	Плотность, кг/м ³	СНС через 10 мин., дПа	Структурная вязкость, мПа·с	Динамическое напряжение сдвига, дПа	Показатель нелинейности	Индекс консистенции, Па·с ⁿ
0,5% Rodhopol 23 P/W	81	8,06	0,0454	982	9,79	15	34,9	0,36	35,22
0,5% Barrixan No. 91	54	9,16	0,0454	971	11,02	14	23,8	0,42	17,22
0,5% Haihua IN	36	16,4	0,0436	965	8,57	8	29,6	0,25	52,31
0,5% Haihua IV	39	18,56	0,0629	973	9,79	9	30,1	0,28	44,25

Из рисунка видно, что водоотдача и статическое напряжение сдвига у раствора на основе биополимера Barrixan на 6 сутки соответствуют свойствам с Rodhopol уже на 3 сутки после приготовления.

Проведенный сравнительный анализ фильтрационных и реологических свойств промысловых жидкостей на основе биополимеров Rodhopol, Barrixan, Haihua IN и Haihua IV показывает несомненное превосходство раствора с Barrixan.

На рисунке 2 можно видеть влияние массовой концентрации биополимера Barrixan на фильтрационно-реологические свойства. Водоотдача растворов с содержанием биополимера более 0,3% меняется незначительно от 13,1 см³ при 0,3% до 7,62 см³ при 0,6%, причем увеличение концентрации более 0,6% приводит к росту объема фильтрата до 8,01 см³, в то время как нам нужно добиться его снижения.

Из рисунка 2 также можно видеть, что с повышением концентрации наблюдается постоянное возрастание пластической вязкости и показателя нелинейности.

Одним из положительных свойств буровых растворов на основе ЭПС, является малая чувствительность к ионной силе раствора. На рисунке 3 приведены зависимости фильтрационно-реологических характеристик от процентного содержания в 0,5% растворе Barrixan соли KCl. Из этого графика видно, что уже при 3% KCl водоотдача снижается до 7,04 см³, а пластическая вязкость и нелинейность имеют значения $12 \cdot 10^{-3}$ Па·с и 0,39 соответственно.

Для снижения водоотдачи до приемлемой величины, было исследовано влияние на свойства раствора различных реагентов-модификаторов: конденсированную сульфит-спиртовую барду (КССБ), карбоксиметилцеллюлозу (КМЦ-Н), мел (МТД-2), понизитель фильтрации (Staflo), солей поливалентных металлов. Наилучших успехов удалось добиться при использовании модифицированного крахмала Foralys 380-P. Введение его в состав раствора в количестве 0,5% мас. снижает водоотдачу до уровня 6,74 см³, при добавлении 3% в раствор, содержащий 0,5% биополимера Barrixan и 3% KCl, мы получаем 3,66 см³. В таблице 2 приведены фильтрационно-реологические параметры, замеренные через 2 часа после приготовления растворов в дистиллированной воде.

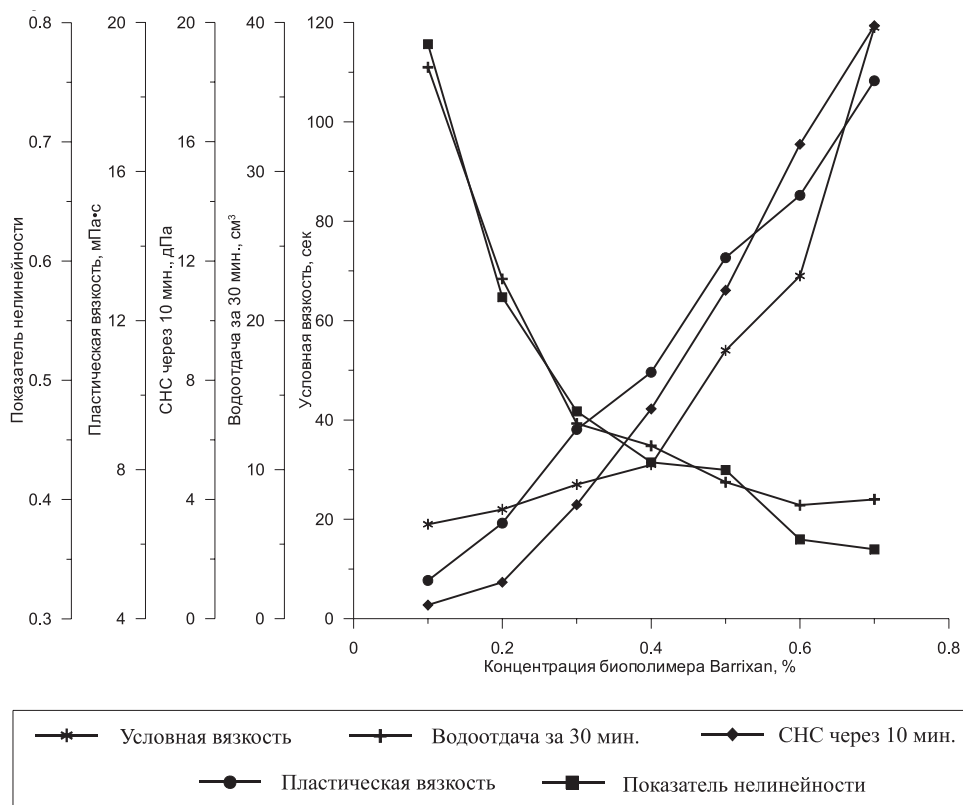


Рис. 2. Зависимость фильтрационно-реологических характеристик раствора от концентрации биополимера Barrixan

Таблица 2
Параметры биополимерных растворов до и после модификации

Состав раствора	Условная вязкость, сек	Водоотдача за 30 мин., см³	Коэффициент трения корки	Плотность, кг/м³	СНС через 10 мин., дПа	Пластическая вязкость, мПа·с	Динамическое напряжение сдвига, дПа	Показатель нелинейности	Индекс консистенции, Па·с ⁿ
0,5% Barrixan No. 91	54	9,16	0,0454	971	11,02	14	23,8	0,42	17,22
0,5% Barrixan No. 91 + 0,5% Foralys 380-P	60	6,74	0,0436	954	12,85	15	27,3	0,41	21,22
0,5% Barrixan No. 91 + 3% KCl + 3% Foralys 380-P	264	3,66	0,0524	1002	14,38	37	75,4	0,39	65,96

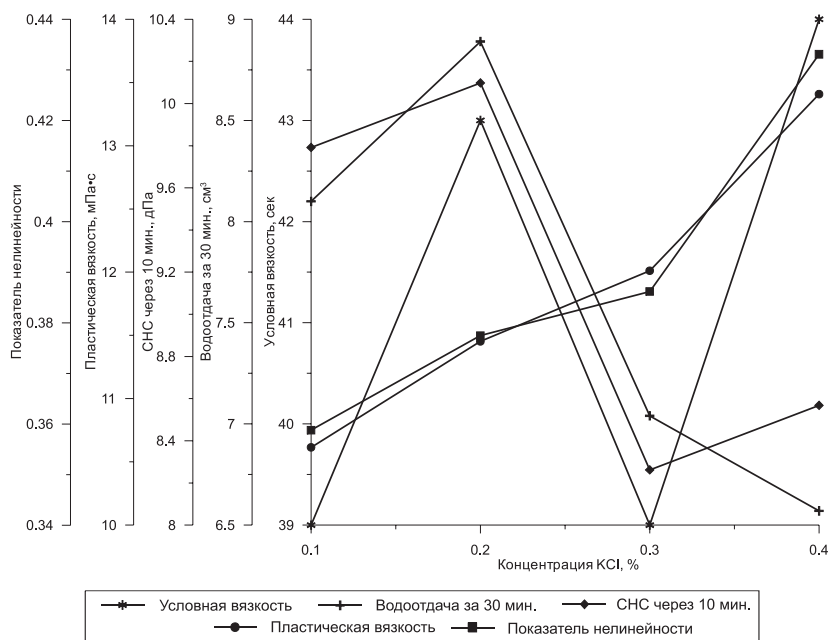


Рис. 3. Зависимость фильтрационно-реологических характеристик раствора на основе 0,5% Barrixan от концентрации KCl

Кроме фильтрационных также важны и реологические характеристики растворов. Высокая пластическая вязкость влечёт за собой увеличение энергозатрат на циркуляцию бурового раствора. В случае модификации биополимерного раствора крахмалом с KCl происходит рост структурной вязкости в 2,6 раз.

На рисунке 4 показаны зависимости кинематической вязкости от pH [2]. Видим, что с увеличением концентрации, влияние pH становится более ощутимо.

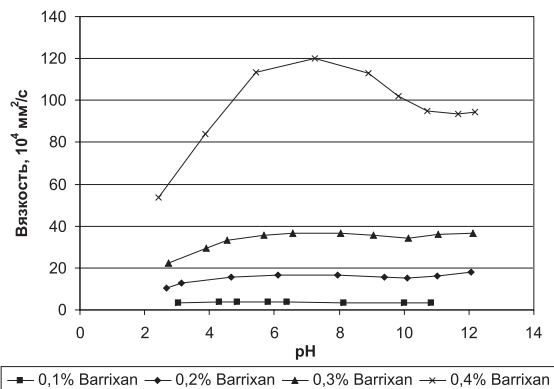


Рис. 4. Зависимость от pH кинематической вязкости водных растворов биополимера в разных концентрациях

В статье [3] есть результаты исследований влияние экзополисахарида X.c.pv.campestns 8162 на изменение pH раствора биополимера, приведём их в таблице 3.

Таблица 3

Вязкость раствора экзополисахарида X.c.pv.campestns 8162 в зависимости от ионного состава пластовых вод

pH среды	pH раствора	Эффективная вязкость ЭПС [мПа·с]
1	1,4	3,8
2	2,1	3,9
3	6,2	9,6
4	7	15,7
5	7	17,3
6	7	18,4
7	7	16,3
8	7,5	18,7
9	7,5	17,1
10	7,5	16
11	10,7	7,6
12	11,8	5,2

Проведенный в статье анализ фильтрационно-реологических свойств буровых растворов на основе микробных полисахаридов, показал эффективность их применения для вскрытия нефтяных и газовых скважин. Чтобы достичь наилучших показателей, рекомендуется введение реагентов на основе крахмала в количестве 2–3% мас. Вместе с тем, понижения пластической вязкости можно добиться увеличением щёлочности раствора.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Рябоконт С.А. и др.: *Проектирование свойств биополимерных растворов для истощенных коллекторов*. Нефтяное хозяйство, No. 9, 2005, 170–174
- [2] Дедусенко Г.Я., Иванников В.И., Липкес М.И.: *Буровые растворы с малым содержанием твердой фазы*. М. Недра 1985, 160
- [3] Гарейшина А.З., Садыков И.Х., Матышевская М.С. и др.: *Исследование гетерополисахаридов в качестве реагентов для повышения нефтеотдачи пластов*. Нефтепромысл. Дело, No. 4, 1982, 9–10