

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ БИОПОЛИМЕРНЫХ КОМПОНЕНТОВ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ

А.А. Зайцев

Научный руководитель – доцент К.М. Минаев

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

При бурении долотами типа PDC достигаются значительные скорости проходки, уменьшается время строительства скважины, увеличивается проходка на долото, соответственно сокращаются общие затраты на бурение скважины. Но в то же время возникает ряд проблем, связанных с ужесточением требований, предъявляемых к промывочной жидкости, при бурении долотами данного типа. С увеличением скорости проходки в буровой раствор в единицу времени попадает гораздо больше твердой фазы, чем при более низких скоростях проходки. Если выбуренная порода вовремя не удаляется из-под долота, то она подвергается дополнительному механическому диспергированию. Между долотом и забоем скважины появляется слой разрушенной породы, т. е. образуется шламовая подушка. Как следствие из-за дополнительного измельчения шлама на забое повышается вероятность сальникообразования. При современном турбинном наклонно-направленном бурении, особенно с большим зенитным углом, шлам имеет тенденцию оседать на нижней стенке ствола скважины, и для его выноса необходимы улучшенные реологические свойства бурового раствора. Не менее важным аспектом успешного бурения является ингибирующая способность раствора, обеспечивающая безаварийное производство буровых работ при использовании долот PDC. Данное требование к буровому раствору становится особенно актуальным, если учесть, что время каждого долбления в современной практике бурения ограничивается не проходкой на долото (как было при использовании трехшарошечных долот), а осложняемостью ствола скважины при длительном бурении без шаблонировок [1].

Все возникающие проблемы обуславливают дополнительные требования к системе очистки, и особенно к свойствам бурового раствора. Применяемый буровой раствор должен обладать способностью эффективно выносить шлам из кольцевого пространства, удерживать его в статическом состоянии и легко освобождаться от него на поверхности, т.е. обладать хорошими реологическими свойствами. Также применяемый буровой раствор должен создавать на стенке скважины низкопроницаемую фильтрационную корку, а его дисперсионная среда – оказывать ингибирующее действие на разбураиваемую породу. Наилучшая очистка скважины от выбуренной породы происходит при соблюдении ламинарного режима течения бурового раствора в кольцевом пространстве. Это достигается приданием промывочной жидкости псевдопластичных свойств, т. е. «загущением» раствора при переходе от турбулентного режима течения внутри буровой трубы к ламинарному режиму течения в кольцевом пространстве. Подобные жидкости характеризуются низким показателем нелинейности и высоким отношением предельного динамического напряжения сдвига к пластической вязкости [2].

В связи с этим проведены экспериментальные исследования технологической эффективности следующих биополимеров: карбоксиметилкрахмала (КМК) марки В (АО НПО «Промсервис»), модифицированного крахмала «Реатрол» (M-I Swaco) и карбоксиметилкрахмала Бур-М (ЗАО «Полицелл»). КМК марки В и КМК Бур-М являются продуктом отечественного производства, а Реатрол – импортный.

Для сравнительной оценки эффективности крахмалов их исследования проводились в одинаковых условиях при 20°C. Для сопоставимости результатов исследований использовались растворы биополимеров, приготовленные на дистиллированной воде с рецептурой, указанной в таблице 1.

**Таблица 1**

**Рецептура бурового раствора**

Вещество	Концентрация
Кальцинированная сода (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	1 кг/м <sup>3</sup>
Каустическая сода (NaOH)	0,5 кг/м <sup>3</sup>
Хлорид калия (KCl)	70 кг/м <sup>3</sup>
Мраморная крошка	50 кг/м <sup>3</sup>
Бактерицид	0,5 кг/м <sup>3</sup>
Ксантановая смола StabVisco F	4 кг/м <sup>3</sup>
Крахмал	10 кг/м <sup>3</sup>

Измерения технологических свойств биополимерных растворов проводились согласно [3]. Изучалось влияние биополимеров на показатель вязкости растворов. Результаты измерений представлены в таблице 2.

**Таблица 2**

**Значение вязкость в сантипуазах при различных скоростях оборота**

Крахмал	Обороты в минуту					
	0,2	0,3	3	30	60	100
КМК марки В	42800	30800	4960	801,3	469,3	314
КМК марки Бур-М	32600	22533	3747	624	356	246,8
Реатрол	37000	27467	4347	656	372,7	243,6

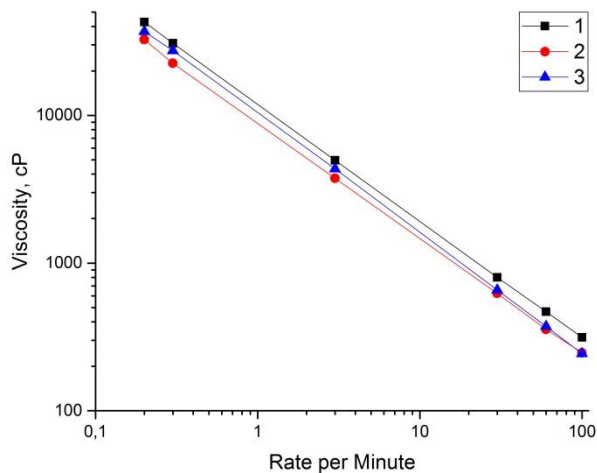


Рис. Зависимость вязкости буровых растворов от скорости вращения

где 1 – КМК марки В, 2 – Реатрол, 3 – КМК марки М, Rate per Minute – количество оборотов в минуту, Viscosity – вязкость измеренная в сантипуазах

Для более лучшего сравнения представим данные таблицы в виде логарифмических графиков (рисунок).

Как видно из полученных данных наибольшей вязкостью, а следовательно, выносящей способности обладает карбоксиметилкрахмал марки В (АО НПО «Промсервис»).

Таким образом, экспериментально показано, что биополимеры отечественного производства по технологической эффективности могут конкурировать с импортными аналогами и могут быть успешно использованы для управления технологическими свойствами буровых растворов при строительстве горизонтальных скважин.

#### Литература

1. Ишбаев Г.Г., Загидуллина Г.В., Христенко А.В., Христенко А.Н. Биополимерная ингибирующая система для наклонно-направленного бурения «СКИФ» производства ООО НПП «Буринтех» // Бурение и нефть, 2008. № 3. С.30-31.
2. Кашкаров Н.Г., Сенюшкин С.В., Титов Ю.Н. Экспериментальные исследования биополимерных компонентов буровых растворов // Бурение и нефть, 2007. №10. С.34-36.
3. ГОСТ 1929–87. Нефтепродукты. Методы определения динамической вязкости на ротационном вискозиметре.

## РАЗРАБОТКА РАСШИРЯЮЩИХСЯ ТАМПОНАЖНЫХ СМЕСЕЙ С НОРМИРОВАННЫМИ СВОЙСТВАМИ ЭКСПЛУАТАЦИИ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР

Д.А. Зимина

Научный руководитель – профессор М.В. Двойников  
Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

Изучение истории бурения в мерзлых породах показывает, что наиболее ранний этап буровых работ, охватывающий период 1934–1939 гг., характеризуется применением технологий бурения, разработанных для пород с постоянной положительной температурой и механическим переносом на север накопленного опыта. На этом этапе специфические условия бурения в мерзлых толщах не могли быть серьезно учтены, так как скважины проводились небольшими, обычно сезонными, экспедициями, которые не были оснащены специальным оборудованием и лабораториями для изучения свойств мерзлых пород, а опыта по проводке скважин в среде с постоянной отрицательной температурой к этому времени не было накоплено. Цементирование скважин производилось стандартным тампонажным цементом, затворенным на воде с добавкой 2-3 % хлористого кальция в качестве ускорителя реакций при схватывании цемента. В условиях низких и отрицательных температур в скважинах цементная масса быстро охлаждалась, вследствие чего цемент не схватывался в плотный и прочный камень, а с течением времени и вовсе замерзал. Отогревание цементного камня теплой промывочной жидкостью в затрубном пространстве при бурении часто приводили к смятию обсадных труб.

Следующие этапы развития технологии бурения в мерзлых толщах характеризуются проведением научных исследований в области познания и анализа физических свойств мерзлых пород, разработкой и внедрением в практику бурения новых способов цементирования, промывки жидкостью с отрицательной температурой, сохранением устойчивости мерзлых стенок скважин и предупреждением возникновения осложнений, вызываемых низкими и отрицательными температурами мерзлых пород.

Осложнения, возникающие в скважинах, связанные с мерзлотой, являются специфичными для районов Крайнего Севера. К ним относятся:

- приустьевые обвалы пород со стенок скважин в случаях разрушений (растепления) ствола;
- частичное или полное поглощение промывочной жидкости порами и трещинами пород «сухой мерзлоты»;
- примерзание бурильных, колонковых и обсадных труб к стенкам скважин;
- замерзание жидкости в скважине;