

ЗАО «ПОЛИЦЕЛЛ», ЗАО «НПО «ПОЛИЦЕЛЛ»,
ООО «СЕРВИСНЫЙ ЦЕНТР СБМ»,
ЗАО НПК «СПЕЦБУРМАТЕРИАЛЫ»



**РЕАГЕНТЫ И МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СОСТАВЫ
И БУРОВЫЕ ЖИДКОСТИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, ЭКСПЛУАТАЦИИ
И КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА НЕФТЯНЫХ, ГАЗОВЫХ
И ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ СКВАЖИН**

**Материалы
XVI международной научно-практической конференции**

г. Суздаль

5-6 июня 2012 г.

УДК 547.458:661.728:622.24:622.276/279:665.3/17
ББК 33.131 Л.71.6.2.4:35.50/78 И.13.1.03.01-9

Р31

Редакционная коллегия: С.В. Крюков, к.х.н.; В.И. Ноздря, к.г.-м.н.; В.Н. Кряжев (ответственный редактор), к.х.н.; Т.П. Шмонина; Н.Н. Есеева

Р31 Реагенты и материалы, технологические составы и буровые жидкости для строительства, эксплуатации и капитального ремонта нефтяных, газовых и газоконденсатных скважин: материалы XVI Международной научно-практической конференции / Владим. гос. ун-т имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2012. – 269 с. – ISBN 978-5-9984-0257-9

В материалах конференции представлены доклады, посвященные химическим реагентам на основе эфиров целлюлозы и крахмала, смазочным добавкам, кольматантам, ингибиторам коррозии и др., их свойствам, практическому применению в нефтегазовом комплексе, в том числе в составе промывочных и технологических жидкостей при бурении, строительстве, ремонте и эксплуатации скважин.

Представленные доклады рассчитаны на инженерно-технических специалистов, занимающихся исследованием и применением реагентов в нефтяном и газовом комплексе.

УДК 547.458:661.728:622.24:622.276/279:665.3/17
ББК 33.131 Л.71.6.2.4:35.50/78 И.13.1.03.01-9

ISBN 978-5-9984-0257-9

© ЗАО «Полицелл», 2012
© ЗАО НПО «Полицелл», 2012
© ЗАО «Спецбурматериалы», 2012

РАЗДЕЛ 2. БУРОВЫЕ РАСТВОРЫ, ПРОМЫВОЧНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЖИДКОСТИ

Номер раствора	Коэффициент восстановления проницаемости, %
5	85,4
6	80,3
7	77,1
8	74,3

Для полного восстановления проницаемости прямой промывкой прокачивали 10% раствор хлорной кислоты. Дальше обратной промывкой прокачивали газовый конденсат. Установлено, что фильтрационные характеристики кернов восстанавливались полностью.

Выводы.

1. Исследования показали, что применение в качестве основы гелей ГРП природных бишофитов возможно. Система имеет высокое качество сшивания и обеспечивает достаточные уровни вязкости в течение неограниченного времени без добавления деструктора и 1-5 часов, в зависимости от количества внесенного деструктора.

2. Тестирования на продуктивность показали, что при фильтрации через терригенный коллектор (образцы кернов Кобзевского ГКР) достигнуто очень высокие значения восстановления проницаемости.

3. Для обеспечения полного выноса жидкости-носителя после проведения гидроразрыва пласта необходимо незначительное снижение pH в пласте, путем проведения кислотной обработки, что обеспечит полное удаление геля и очистку скважины.

4. Применение высокоминерализованных гелевых растворов позволит снизить давление закачки при проведении ГРП на глубоких скважинах на 20-30%, что позволит использовать насосные агрегаты меньшей мощности.

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА РЕАГЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ

Бойков Е.В.¹, Золотарёва А.А.^{1,2}, Лосев А.П.^{1,2}, Фесан А.А.²

*¹Центр физико-химических исследований ООО «ПетроИнжиниринг»
117465, Москва, ул. Генерала Тюленева, д. 4а, стр. 1*

*²НИИ физических методов исследования пластовых флюидов и промышленных дисперсных систем (кафедра физики) РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина,
119991, Москва, Ленинский проспект, д. 65*

Современная структура нефтегазового сервиса, выделяющая каждый технологический процесс в отдельную услугу, имеет уязвимое место — неустойчивые связи между компаниями-участницами. Неоднозначность деловых связей между генеральным заказчиком, заказчиками, подрядчиками и субподрядчиками особенно наглядна в секторе производства и поставки химических реагентов. Здесь в конфронтацию вступают интересы заказчика, желающего сэкономить, проектной организации, отстаивающей свои разработки

РАЗДЕЛ 2. БУРОВЫЕ РАСТВОРЫ, ПРОМЫВОЧНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЖИДКОСТИ

и решения, подрядчика-исполнителя, стремящегося ускорить сдачу работ, производителя химических реагентов, постоянно удешевляющего себестоимость продукции, и комплексного поставщика реагентов и материалов, пытающегося угодить всем сторонам. В настоящем докладе обсуждается проблема контроля качества реагентов с позиции поставщиков и сервисных компаний.

«А судьи кто?» - этот монолог Чацкого из классической комедии А.С. Грибоедова «Горе от ума» как нельзя точно характеризует рассматриваемую проблему. Существующая нормативная база по контролю качества реагентов для буровых растворов – разработанные в советское время руководящие документы и локальные инструкции – не содержат каких-либо требований к большинству используемых в настоящее время типов химических реагентов. Лишь некоторые документы содержат такие требования, но зачастую предусматривают использование не производящихся в настоящее время лабораторных приборов, сравнительные испытания на примитивных системах буровых растворов и др.

Ряд крупных нефтегазовых компаний разработали свои стандарты качества и методики, которые при ближайшем рассмотрении оказываются ориентированными на конкретный проект, отдельный регион и на имеющуюся материальную базу компании. Самый яркий пример – это требования к ксантановой камеди, загустителю буровых растворов. Ряд существующих методик предусматривают оценку вязкости растворов таких биополимеров на стандартных полевых вискозиметрах ВСН-3, Fann 35, OFITE 800 – обеспечивающих достаточно высокие скорости сдвига в исследуемом образце. При этом за кадром остается основная, целевая характеристика биополимеров – псевдопластичное поведение, оценить которое можно лишь по вязкости при малых скоростях сдвига (менее 1 c^{-1}) или по полной реологической зависимости (напряжение сдвига – скорость сдвига; кажущаяся вязкость – скорость сдвига). Подобные измерения возможны лишь на более сложных приборах – вискозиметрах Brookfield, Rheotest и т.п. Таким образом, технологически значимый показатель остается вне системы контроля качества.

Продолжая череду проблем контроля качества реагентов, можно отметить применение к одним и тем же реагентам различных показателей, существенно отличающихся значений параметров. Производители реагентов, особенно т.н. «брендовых» марок, нередко указывают несуществующие параметры, либо узко технологические показатели, характеризующие больше процесс производства, чем потребительские свойства вещества. В табл. 1 приведена произвольная выборка параметров, используемых для характеристики качества основных реагентов для буровых растворов. Параметры разделены на «контролируемые» – которые можно проверить в любой современной полевой лаборатории; «не контролируемые» – параметры больше производственные, чем потребительские, предусматривающие использование специализированного лабораторного оборудования; «не существующие» – собранные из журнальных статей и паспортов веществ ляпы и существенные неточности, вводящие в заблуждение промысловых специалистов.

РАЗДЕЛ 2. БУРОВЫЕ РАСТВОРЫ, ПРОМЫВОЧНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЖИДКОСТИ

Таблица 1

Показатели качества реагентов (параметры)

Проверяемые, контролируемые	Не контролируемые	Не существующие
Вязкость, рН Плотность Фильтратоотдача Влажность Поверхностное натяжение Объем пены	Содержание основного вещества Поверхностная вязкость Степень замещения Содержание тяжелых металлов	«Точка Йелда» ¹ Гидрофобизирующая способность Нефтепроницаемость фильтрационной корки ВНСС ²

¹ Своеобразное обозначение динамического напряжения сдвига τ_y из реологической модели Шведова-Бингама (англ. yield point), обозначающее невеликое значение авторов. Отступая от темы настоящего доклада, и продолжая серию публикаций «физика шутит...», хотелось бы поделиться своими поисками с теми, кто верит в существование ученого-гидравлика по фамилии Йелда. Быстрый поиск в сети интернет знакомит нас с двумя вполне реальными персонами 1) Йелда Райнод (Yelda Reynaud) р. 1972, турецкая актриса и 2) Альберт Эдвард Измаил Йелда (Albert Edward Ismail Yelda) р. 1959, действующий посол Ирака в Ватикане. Наши коллеги авторов искренне просят переживающих за дело продолжить поиски и выяснить, были ли знаками русский ученый Шведов (†1905) и американский Бингам (†1945) с родственниками обозначенных персон.

² ВНСС – сокр. вязкость при низких скоростях сдвига; здесь подразумевается употребление показателя без указания скорости сдвига, продолжительность измерений.

По мнению авторов настоящего доклада, осуществлять контроль качества реагентов целесообразно по общепринятым стандартизированным методикам, признанным во всем мире. По отношению к реагентам для буровых растворов в нашем распоряжении имеется стандарт Американского нефтяного института, дублированный в европейской системе ISO: API Specification 13A – Specification for drilling fluids materials (ISO 13500:2011 – Petroleum And Natural Gas Industries – Drilling Fluid Materials – Specifications And Tests). Стандарт используется как производителями, так и потребителями химических реагентов во всем мире. Преимуществом использования настоящего стандарта является хорошая воспроизводимость результатов при проведении межлабораторных исследований, к недостатку стандарта относится необходимость обязательного использования импортного оборудования и специальных реактивов. Например, вискозиметров Fann, OFITE, Chandler, Brookfield, глинопорошка API Standard Base Evaluation Test Clay, смеси солей «Sea Salt» ASTM D 1141-52 и др. Такие «неудобства» сглаживаются надежными и признаваемыми во всем мире результатами испытаний реагентов. Следует отметить, что в стандарт API Spec 13A, к сожалению, включены далеко не все типы буровых реагентов. Так, сфера его действия ограничивается утяжелителями (барит, гематит), глинопорошками (бентонит 3 марки, аттапульгит, сепиолит) и некоторыми полимерными реагентами (КМЦ, крахмал, ПАЦ, ксантановая камедь).

В докладе для сравнения приведены два примера: 1) анализ карбоксиметилцеллюлозы по единому стандарту API Spec 13A – см. рис. 1; 2) анализ порошков мраморной крошки методом лазерной дифракции – см. табл. 2. В первом случае использование стандарта API 13A позволяет получить единообразный обзор качества КМЦ. В данном случае представлен анализ 43 КМЦ различных производителей, из которых только 5 образцов удовлетворяют требованиям стандарта. Во втором случае наиболее надежным из доступных методов были проанализированы образцы мраморной крошки. Стандартов, регламентирующих показатели качества этого реагента нет. Однако исходя из основного назначения реагента – создания малопроницаемого кольматационного

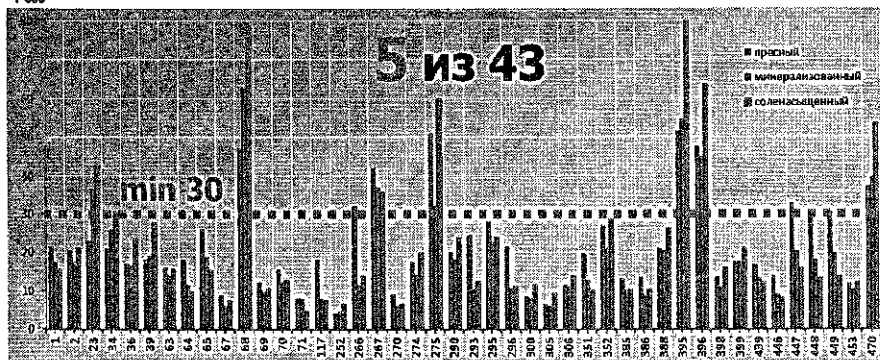
РАЗДЕЛ 2. БУРОВЫЕ РАСТВОРЫ, ПРОМЫВОЧНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЖИДКОСТИ

экрана на стенке скважины – ясно, что частицы мраморной крошки должны иметь ограничения по размерам. При отсутствии общих подходов, каждый производитель руководствуется собственными соображениями при выборе метода гранулометрического анализа. В результате, как показано в табл. 2, мраморная крошка марки МК-60 у пяти различных производителей имеет абсолютно разные распределения по размерам.

Показания вискозиметра OFITE 800

При 600 об/мин

Ф₆₀₀



Шифр реагента в базе данных

Рисунок 1 – Сравнительный анализ КМЦ высокой вязкости по стандарту API Spec 13A.

Таблица 2

Сравнительный анализ гранулометрического состава
мраморной крошки методом лазерной дифракции¹

№ образца	Марка	Параметры распределения частиц по размерам				
		Мода, мкм	D[3,4], мкм	D ₅₀ , мкм	D ₉₀ , мкм	\sqrt{D} , мкм
174	МК-60	47,7	28,7	23,3	62,0	24,4
171	МК-60	4,5 и 14 и 29,8	19,1	11,9	48,6	19,8
189	МК-60	19,9	15,8	12,3	35,5	13,6
157	МК-60	4,5 и 20 и 103,9	50,0	30,9	127,2	50,6
164	МК-60	4,5 и 15 и 32,1	18,1	10,7	46,2	19,4

¹ Исследования проведены совместно с ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений».

Если отвлечься от частностей и обратить внимание на непосредственную работу сервисных компаний по применению реагентов, то в первом случае признанное мерило есть – API Spec 13A, понятие качества не размыто; во втором случае основания для предъявления претензий по качеству отсутствуют. Аналогично ситуации с мраморной крошкой дела обстоят и с многими другими, зачастую дорогостоящими, реагентами. Смазочные добавки, ингибиторы гидратации глин, противоприхватные жидкости, пеногасители, наполнители-кольматанты и прочие типы реагентов производители, как правило, характеризуют цветом, запахом, иногда значениями pH и плотности. Иными словами, общепризнанные технологически значимые показатели на такие реагенты отсутствуют.

РАЗДЕЛ 2. БУРОВЫЕ РАСТВОРЫ, ПРОМЫВОЧНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЖИДКОСТИ

Авторы доклада предлагают на рассмотрение организаторам и участникам конференции собственные методики анализа тех реагентов, на которые не распространяются существующие общепринятые стандарты. Отличительной особенностью разработанных методик является привязка к технологии использования реагентов и к материальной базе полевых лабораторий буровых растворов. При разработке процедур тестирования акцент был сделан на использование простого и доступного всем участникам сервисных работ лабораторного оборудования. Докладчики будут признательны всем участникам конференции, которые пожелают оставить свои комментарии и замечания по проделанной работе. В качестве примера, с подробным описанием, приведена методика по определению качества кольматантов.

Методика определения качества кольматирующих наполнителей

Под кольматирующими наполнителями здесь понимаются различные материалы и смеси, используемые для ликвидации частичных и полных поглощений бурового раствора. При разработке методики авторы доклада руководствовались особенностями применения кольматирующих наполнителей в реальной промысловой практике, основываясь на опыте работы Управления буровых растворов ООО «ПетрИнжиниринг». Особенно благодарны авторы доклада ведущему инженеру Шубникову Д.Ю. за проведение параллельных измерений в условиях промысла. В первую очередь, были сформулированы основные требования к наполнителям:

- 1) сжатые сроки приготовления кольматационной пачки,
- 2) необходимость обеспечения высокой вязкости (удерживающей способности) пачки,
- 3) необходимость хорошей водоудерживающей способности,
- 4) устойчивость пачки к агрессии цементного раствора (рН до 12).

В соответствии с выдвинутыми требованиями, определяли каждый этап тестирования. Так, сжатые сроки приготовления пачек в условиях промысла диктуют снижение числа технологических операций до минимума – в данном случае, отказ от ввода в пачку дополнительных реагентов, на пример, полимеров. То есть, было принято решение проводить испытания кольматантов на воде. Достаточная концентрация наполнителя была взята из опыта промысловых работ и составила 5%. Аналогичным образом, от технологии работ – к измерениям, были приняты решения по измеряемым технологически значимым параметрам:

Требование, ограничение	Принятое решение, измеряемый параметр
Сжатые сроки приготовления кольматационной пачки	Приготовление рабочей смеси на воде, концентрация 5%
Необходимость обеспечения высокой вязкости (удерживающей способности) пачки	Измерение кажущейся вязкости смеси и фильтрата ($AV = \eta_r = \rho_{см} / 2$; приборы Fall 35, OFITE 800)
Необходимость хорошей водоудерживающей способности	Измерение фильтратоотдачи (30 мин, 690 кПа, Ø90 мм), капиллярной проницаемости (на фильтровальной бумаге «сияя лента»), описание корки
Устойчивость пачки к агрессии цементного раствора (рН до 12)	Проведение исследований 2 систем с рН используемого бурового раствора и рН=12, выдержка в течение 1 суток

РАЗДЕЛ 2. БУРОВЫЕ РАСТВОРЫ, ПРОМЫВОЧНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЖИДКОСТИ

По приведённой методике были проанализированы около 20 различных кольматантов. Исследования по воспроизводимости результатов измерения вязкости и фильтратоотдачи показали относительное расхождение в пределах 5%. Сами результаты анализа оказались достаточно наглядными. На рис. 2 приведены диаграммы с результатами исследования. Даже не обращаясь к конкретным значениям, уже по таким диаграммам можно определить наиболее эффективные наполнители. Из рисунков видно, что наполнители №№ 1057, 1058, 1059 обладают хорошей водоудерживающей способностью, мало зависящей от pH и времени, высокой эффективной вязкостью, увеличивающейся с ростом pH, высокой вязкостью фильтрата. В качестве примера наполнителя низкого качества можно привести образец древесной муки №947. Суспензии древесной муки имеют очень высокую фильтратоотдачу, не стабильны, не удерживают и не загущают воду.

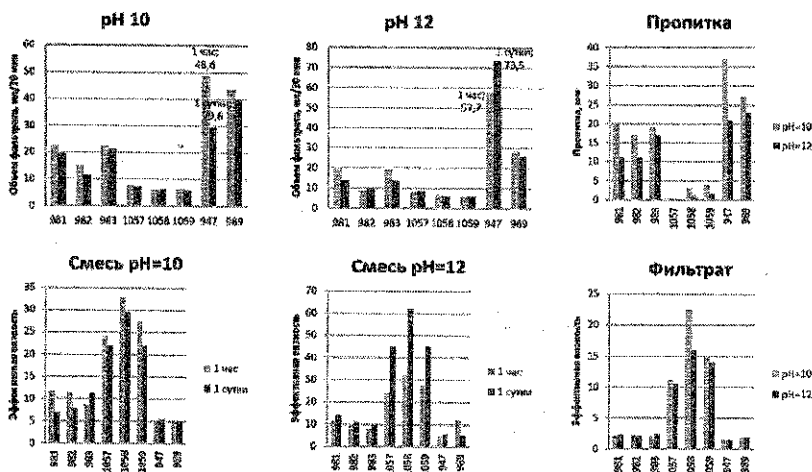


Рисунок 2 – Результаты сравнительных испытаний кольматационных наполнителей.

Немалое значение в предложенной методике имеет описание фильтрационных корок. Фотографии корок для некоторых характерных образцов приведены на рис. 3. Из рисунка видно, что хороший наполнитель №1058 образует достаточно тонкую фильтрационную корку, имеющую высокую адгезию к фильтровальной бумаге, корка практически не смывается. Наполнитель №983 лишь частично остается на фильтровальной бумаге. Древесная мука № 947 имеет очень толстую рыхлую корку, практически никак не связанную с фильтровальной бумагой, материал был смыт полностью легкой струей воды из-под крана.

РАЗДЕЛ 2. БУРОВЫЕ РАСТВОРЫ, ПРОМЫВОЧНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЖИДКОСТИ

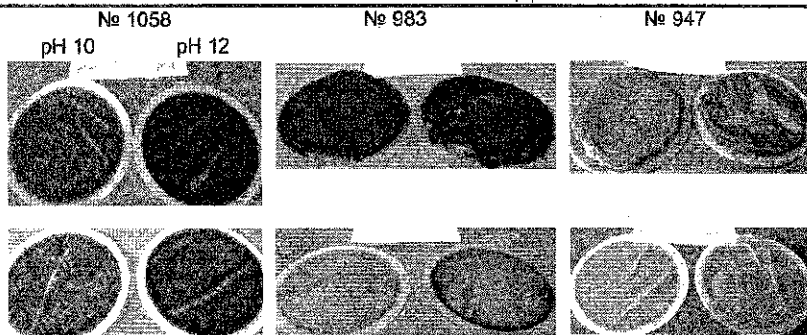


Рисунок 3 – Фотографии фильтрационных корок (верхний ряд) и фильтрационной бумаги после смыва коркообразующего материала (нижний ряд). Для каждого наполнителя приведены корки, образовавшиеся после фильтрации смесей с pH 10 и 12.

Результаты по пропитке (рис. 4) как правило схожи с наблюдениями фильтрационных корок. При помещении на сухую фильтровальную бумагу небольшого количества суспензии хорошего кольматанта № 1058 ореол капиллярной пропитки практически незаметен. Для двух других представленных на рисунке кольматантов наблюдается практически полная потеря воды из суспензии.

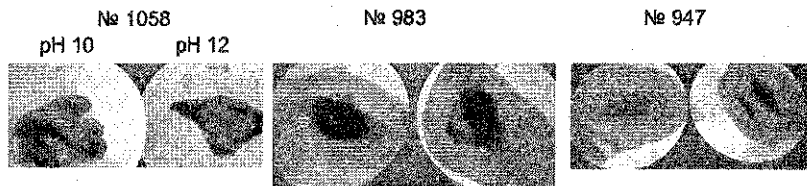


Рисунок 4 – Фотографии, иллюстрирующие определение капиллярной пропитки.

Отработанная методика определения качества кольматирующих наполнителей хорошо зарекомендовала себя как в промышленной практике ООО «ПетроИнжиниринг», так и в Центре физико-химических исследований ООО «ПетроИнжиниринг» при проведении сравнительных испытаний новых видов и марок кольматантов. Методика не требует использования специального оборудования и может быть реализована на любой буровой площадке, оборудованной полевым лабораторным комплектом.

Научное издание

**РЕАГЕНТЫ И МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СОСТАВЫ
И БУРОВЫЕ ЖИДКОСТИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, ЭКСПЛУАТАЦИИ
И КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА НЕФТЯНЫХ, ГАЗОВЫХ
И ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ СКВАЖИН**

Материалы
XVI Международной научно-практической конференции

г. Суздаль

5-8 июня 2012 г.

Подписано в печать 19.10.12.

Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 15,81. Тираж 300 экз.

Заказ *196-2012 г.*

Издательство

Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.