

ВИДЫ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ. РАЗВИТИЕ ПОЛИМЕРОСОДЕРЖАЩИХ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ, ИХ ОСОБЕННОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА НАД ОСТАЛЬНЫМИ РАСТВОРАМИ

П.В. Замулин

Научный руководитель доцент к.х.н. К.М. Минаев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Росси

Аннотация. В работе рассмотрена классификация буровых растворов. Проанализированы этапы развития полимерных буровых растворов и сделаны выводы об их перспективах в строительстве скважин. Не смотря на удорожание буровых растворов, за счет усложнения рецептур, при использовании безглинистых полимерных растворов достигаются высокие технико-экономические показатели бурения благодаря комплексу положительных свойств: сравнительно слабым реологическим, удовлетворительным смазывающим, ингибирующим, флокулирующим и другим, которые можно регулировать в зависимости от конкретных горно-геологических условий.

Abstract. The paper deals with the classification of drilling fluids. The stages of development of polymer drilling fluid and draw conclusions about their prospects in the construction of wells. Despite the rise in the cost of drilling fluids, due to complexity of the formulations, using a clay-free polymer solutions achieved high technical and economic indices of drilling due to the complex of positive properties: the relatively weak rheological satisfactory lubricating inhibiting, flocculation, and others that can be adjusted depending on the specific mining conditions.

При строительстве скважин вынос разрушенной породы на устье скважины осуществляется циркуляцией промывочной жидкости. С развитием технологии бурения, технических средств, из-за изменения термобарических условий, увеличения доли трудноизвлекаемых запасов и т. д., предъявляемые к промывочным жидкостям требования постоянно расширяются, а вместе с ними претерпевают изменения и их рецептуры, физико-механические и химические свойства: от «буровой грязи» (начало возникновения бурения в III – IV вв. – бурение неглубоких скважин в середине XX вв.) до сложных многокомпонентных систем с регулируемыми в широком диапазоне технологическими свойствами (в настоящее время). Это буровые растворы на водной основе (в т.ч. и вода), на углеводородной основе (в т.ч. и нефть), газообразные растворы (в т.ч. воздух и газ) и пены (рис. 1).

Развитие химической промышленности и вместе с ней разработка высокомолекулярных соединений, полимеров способствовали их применению при строительстве скважин. Полимерный буровой раствор - раствор на водной основе, содержащий высокомолекулярные полимеры линейного строения, применяемый при бурении главным образом крепких пород. Характеризуется высокой гидрофильностью и псевдопластичностью - способностью разжижаться до вязкости, близкой к вязкости воды, при больших скоростях сдвига и загустевать при низких.

Первый полимерсодержащий буровой раствор был применен в США в середине 50-х годов прошлого столетия. Он состоял из бентонитового порошка, полимера (сополимер винилацетата и малеиновой кислоты) и кальцинированной соды [2]. Полимер обладал флокулирующими и загущающими свойствами. В России в 1934 г., по предложению В.С. Баранова и З.П. Букса, использованы гуматные реагенты (УЩР), которые по современным представлениям являются полимерами с широким диапазоном молекулярных весов, образованных конденсированными ядрами и боковыми цепями с функциональными группами [3]. За рубежом гуматные реагенты получили распространение лишь после Второй мировой войны, хотя первый патент на

применение гуматов для обработки буровых растворов был выдан в США еще в 1935 г.

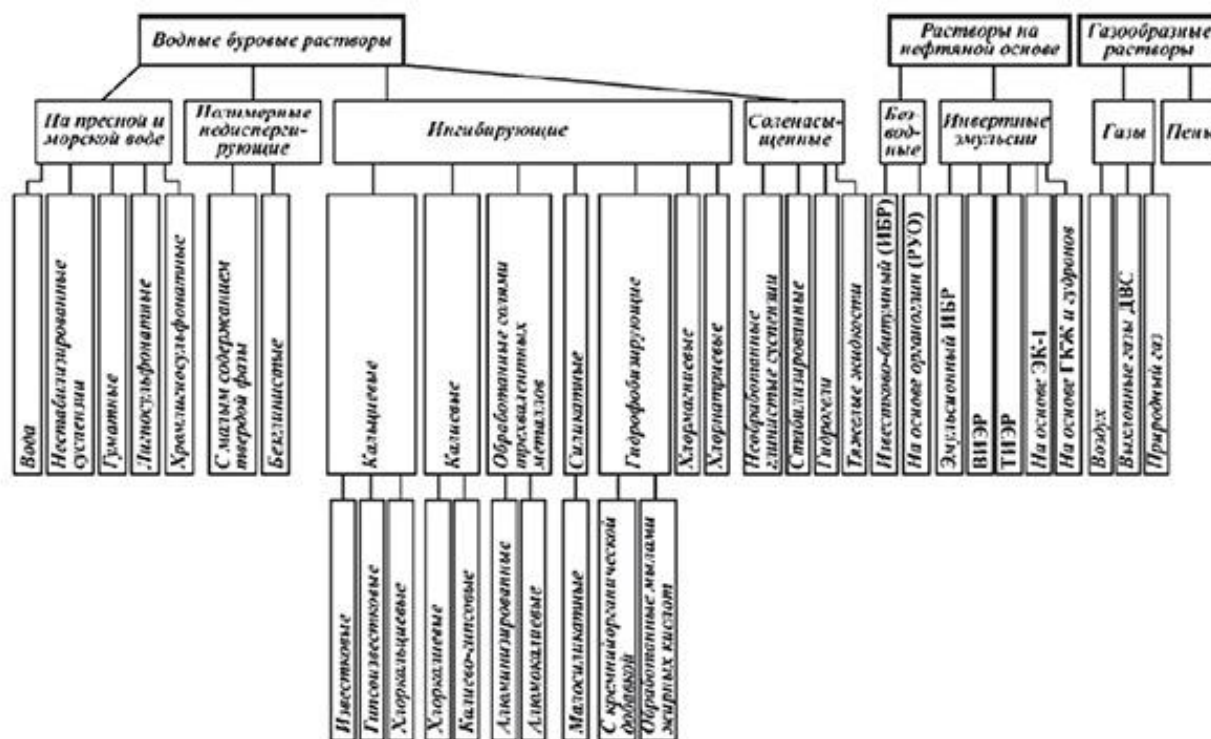


Рис. 1. Классификация буровых промывочных жидкостей [1]

Развитие составов полимерных буровых растворов проходило в направлении от обеспечения стабильности функциональных свойств нарабатываемого «самозамесом» в процессе разбуривания пород бурового раствора к обеспечению максимально возможного сохранения коллекторских свойств продуктивного пласта при его вскрытии. Как любое развитие (от простого к сложному) первоначально применение полимеров в буровой практике обуславливалось стремлением повышения механической скорости и проходки. Со временем, с изменением геологических условий залегания продуктивных пластов (увеличением глубины скважин, температур, давлений и наличием несовместимых зон), буровые растворы становятся ингибированными, устойчивыми к воздействию пластовых условий и экологически чистыми. Они приобретают способность обеспечивать устойчивость пород в скважине и сохранять их коллекторские свойства (рис. 2).

Например, использование рецептур с добавками полимерных реагентов (КМЦ) и органосиликата натрия ГКЖ-10, 11 [4] для гидрофобизации выбуренной породы и понижения вязкости глинистых растворов позволило улучшить состояние стенок скважин, ограничить содержание нефти в растворе и, соответственно, повысить качество цементирования скважин.

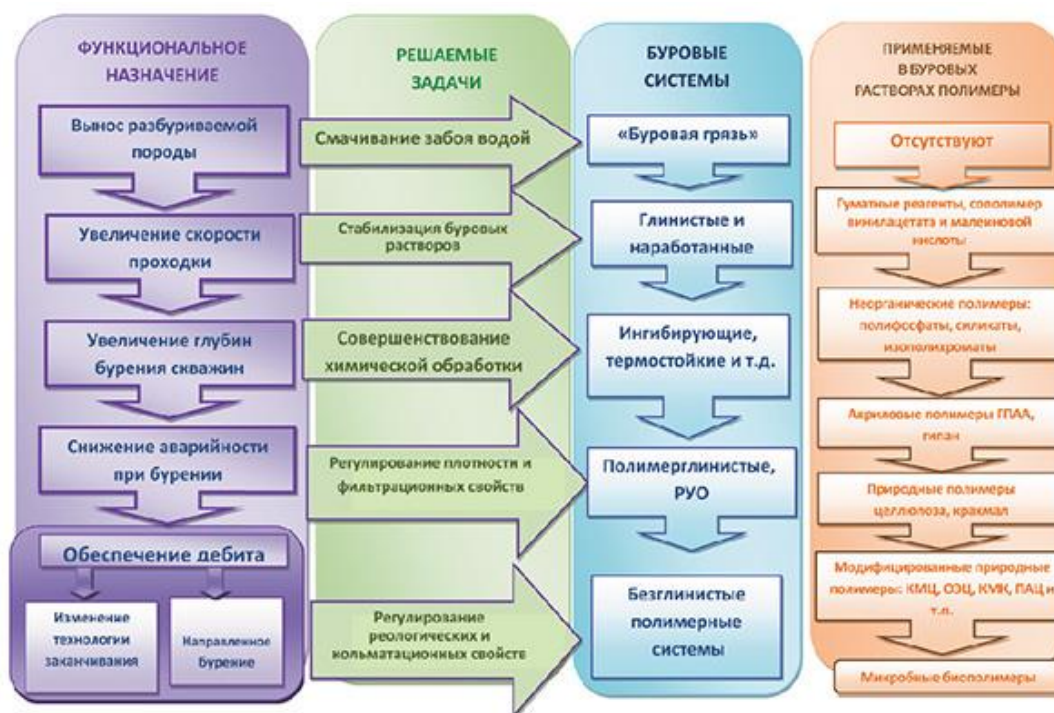


Рис. 2. Решение основных проблем процесса бурения с помощью полимеросодержащих буровых растворов

Решение проблемы сокращения сроков строительства скважины, снижения осложнений и других вопросов обусловило применение полимерглинистых буровых растворов с добавками акриловых полимеров, в основе защитного действия которых лежат ряд физических и химических явлений, связанных со структурой полимера, его концентрацией, а также характером взаимодействия с дисперсионной средой и дисперсной фазой.

Следующим шагом в развитии рецептур буровых растворов стала разработка промывочных жидкостей, позволяющих сохранять коллекторские свойства пласта. На передний план выходят безглинистые буровые растворы (ББР), содержащие природные органические полимеры – биополимеры и природные модифицированные полимеры. Биополимеры – класс полимеров, встречающихся в природе в естественном виде, входящих в состав живых организмов: белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды. К природным модифицированным полимерам относятся полусинтетические смолы, получаемые при химической модификации целлюлозы и представляющие смесь полимергомологов общей формулы $[C_6H_{702}(OH)_3]_2n$, которые отличаются величиной коэффициента n , т.е. длиной цепей [3]. Классификационная схема полимеров представлена на рис. 3.

Безглинистые полимерные системы наиболее полно отвечают требованиям промывки скважин, в том числе с горизонтальными стволами, и находят все большее применение в буровой практике. Данным системам свойственно изменение в широком диапазоне реологических свойств, что обеспечивает эффективную работу породоразрушающего инструмента за счет резкого снижения вязкости при высоких скоростях сдвига и мгновенной фильтрации, а в то же время – достаточно высокую выносящую способность бурового раствора за счет тиксотропного восстановлению структуры в режиме низких скоростей сдвига. Безглинистые полимерные системы способны снижать гидравлическое сопротивление в трубном пространстве при

турбулентном режиме, уменьшая тем самым гидродинамическое давление и негативное воздействие на пласт. Благодаря вязкоупругим свойствам они могут увеличивать фильтрационное сопротивление пористой среды, снижая возможность гидроразрыва пласта.

При разработке рецептуры безглинистого бурового раствора основной задачей является выбор полимерного реагента, способного в процессе строительства скважины обеспечить формирование кольматационного экрана в ПЗП, который деструктурируется после окончания строительства скважины, тем самым обеспечивая восстановление фильтрационно-емкостных свойств продуктивного пласта.

В мировой практике бурения в последнее время наметилась тенденция к широкому использованию малоглинистых и безглинистых буровых растворов на водной основе. Такие системы имеют низкий показатель фильтрации, что выгодно отличает их от обычных рассолов или воды, но повышение механической скорости бурения достигается практически такое же, как и при промывке водой. Дополнительные расходы на приготовление таких растворов малоощутимы, поскольку их применение позволяет существенно экономить средства за счет сокращения времени бурения и расхода долот.

Как уже сказано выше, максимально реализовать подвод гидравлической мощности к долоту, очистку забоя от обломков породы, разупрочнение скелета забоя за счет мгновенной фильтрации, исключение оседания шлама и, более того, качественный вынос его на поверхность даже при ламинарном режиме течения, что не удастся с помощью структурированных глинистых буровых растворов.

Гидрогелевые полимерные системы на основе полисахаридов микробиологического применения (биополимеров), либо “подшитой” хромовыми комплексами оксиэтилцеллюлозы, как правило индифферентны к солевой агрессии, что позволяет получать высокоингибированные растворы, обеспечивающие долговременную устойчивость проходимых глинистых пород. Уже к середине 70-х годов объем бурения в США и Канаде на таких растворах составил 13 %. Однако, несмотря на очевидные преимущества гидрогелевых промывочных жидкостей, они все еще довольно дороги (за счет стоимости биополимера). “Второе дыхание” такие системы получили в последнее время в связи с резким ростом объемов горизонтального бурения, где их особые реологические, смазывающие свойства, толерантность к солям, совместимость с различными ПАВ - практически безальтернативны. Ограничением к применению таких систем служат только температурные условия (термостойкость компонентов в пределах 100-110 °С) и необходимость, как минимум, четырехступенчатой очистки раствора. В остальном такой раствор практически идеален с точки зрения ТЭП бурения, обеспечения качественной проводки ствола скважины и вскрытия продуктивной зоны.

Типичным примером модифицированных природных полимеров является натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы (Na-КМЦ). КМЦ была получена в 1933 г. С.Н. Даниловым и Н.И. Крестинской. Промышленный метод производства разработали Ш.З. Финкельштейн, К.Ф. Жигач, Е.М. Могилевский [3]. В первое время в бурении применялись низкомолекулярные марки карбоксиметилцеллюлозы со степенью полимеризации 250 – 600 [5]. В ходе исследовательских изысканий отечественными учеными И.М. Тимохиным, Э.Г. Кистером, В.Д. Городновым и др. в 1970-х гг. было установлено, что реологические характеристики растворов КМЦ зависят от ее концентрации в растворе, фракционного состава, степени полимеризации и содержания

электролитов [2, 3, 5]. В.Н. Тесленко исследована термоокислительная деструкция КМЦ и предложены ингибиторы [6].



Рис. 3. Классификация полимеров, применяемых в буровых растворах

Позднее был предложен метод получения термостойкой модификации Na–КМЦ пролонгированного действия (ВЭЦ–Т), карбоинол [7]. После перехода на рыночные отношения направление простых эфиров целлюлозы, в т.ч. карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ), получило новый импульс развития. За последние годы в России созданы производства КМЦ во Владимире, Краснокамске, Бийске, Екатеринбурге, Казани и Нижнем Новгороде, организовано производство КМЦ в Беларуси (г. Светлогорск) и в Украине (г. Днепродзержинск), [9]. Постоянно проводятся работы по получению модифицированных реагентов на основе КМЦ с новыми свойствами (например, полианионная целлюлоза (ПАЦ)).

Таким образом, представленный обзор о применении полимерных буровых растворов в практике бурения нефтяных и газовых скважин свидетельствует о совершенствовании рецептур в части их технологичности и сохранности коллекторских свойств продуктивных пластов. Наряду с усложнением рецептур за счет большого количества реагентов и удорожанием, при использовании безглинистых полимерных растворов достигаются высокие технико-экономические показатели бурения благодаря комплексу положительных свойств: сравнительно слабых реологических, удовлетворительных смазывающих, ингибирующих, флокулирующих и других, которые можно регулировать в зависимости от конкретных горно-геологических условий.

Литература

1. Булатов А.И., Макаренко П.П., Проселков Ю.М. Буровые промывочные и тампонажные растворы: учебное пособие для вузов. М.: Недра, 1999. – 424 с.
2. Грей Дж. Состав и свойства буровых агентов (промывочных жидкостей) / Дж. Грей, Г. Дарли // М.: Недра, 1985. – 509 с.

3. Кистер Э.Г. Химическая обработка буровых растворов. М.: Недра, 1972. – 392 с.
4. Новиков В.С. Результаты промышленного испытания калиевого раствора / Обзорная информ. сер. Бурение. М.: Недра, 1977. – №6. – С.32-36.
5. Городнов В.Д., Тимохин И.М., Тесленко В.Н., Русаев. А.А. Использование химических реагентов на основе целлюлозы и лигнина для обработки буровых растворов. РНТС ВНИИОЭНГ / Сер. Бурение. – 1976. – Вып.10.
6. Тесленко В.Н. Пути ингибирования деструкции карбоксиметилцеллюлозы антиоксидантами. Получение и применение промывочных и тампонажных дисперсий в бурении. Киев, 1984. – С. 107 – 117.
7. Городнов В.Д. Буровой раствор. А. с. СССР 1122680, заявл. 21.07.83; опубл.1984. – БИ №41.
8. Кряжев В.Н. Тенденции развития отрасли производных целлюлозы и крахмала. / Материалы Всероссийской научно-технической конференции «Эфиры целлюлозы и крахмала: синтез, свойства, применение». Владимир, 2003. – С. 124-127.
9. Доценко Ю.Г. и др. Промывочные жидкости на основе биополимеров для бурения геологоразведочных скважин // Минерально-сырьевая база. Респ. Беларусь: состояние и перспективы / Тезисы доклада на научно-технической конференции, посвященной 70-летию БелНИГРИ. Минск, 22 – 24 окт., 1997. Минск, 1997. – С. 216- 217.
10. Дедусенко Г.Я., Колодкова Н.М. и др. Получение и некоторые свойства биополимеров, используемых в бурении / Тр. ВНИИБТ, 1977. – №40. – С. 33- 38.
11. Рябченко В.И., Федосов Р.И., Пеньков А.И. и др. Биополимер – криптан – новый реагент для безглинистых и малоглинистых буровых растворов со специфическими свойствами // Техн. и технол. промывки и крепления скважин. Краснодар, 1982. – С. 3- 8.

АНАЛИЗ ТИПОВ И ОСОБЕННОСТЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОТИВОВЫБРОСОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ В БУРЕНИИ СКВАЖИН

В.И. Звижинский

Научный руководитель ассистент Ю.А. Максимова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Аннотация. В работе приведена классификация превенторов для защиты скважины от blowout. Рассмотрено конструктивное исполнение каждого из типов, а также определены оптимальные условия для их использования.

Abstract. The paper shows the classification preventer which used to protect the well from the blowout. Considered design concept of each type, as well as the optimal conditions for their use.

Превентор, или BOP (BlowOutPreventer) находится в устье скважины, в подвышечном основании буровой вышки. Чаще всего этот компонент не виден из-за нагромождений буровой вышки, но пожалуй это один из самых важных компонентов на буровой вышке, т.к. именно он не только сохранит буровую вышку от пожара, но и жизни людей находящихся на вышке [1].

При бурении используется буровой раствор, в задачу которого входит остужение буровой коронки, т.к. при проходке она нагревается от трения, поднятие кусочков отколотой породы наверх, и стабилизация давления в скважине. Чем глубже скважина, тем большее давление создается в ней, буровой раствор должен быть правильной консистенции, чуть более тяжелый, чем жидкости в породах грунта, для подавления давления, но не слишком тяжелый, для сохранения целостности пластов. В процессе бурения раствор может меняться, в зависимости от прохождения различных пород и участков с разным давлением.

Если же буровая колонна попадает в пласт с газом, или карман с водой под высоким давлением, то вода, газ или другие жидкости под давлением по скважине