

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ

М.П. Ульянов, О.В. Островский

Научный руководитель - инженер-исследователь Д.В. Коношонкин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Стремительному развитию технологий бурения скважин в XX веке в значительной степени способствовал скачок в качестве применяемых промывочных жидкостей, буровых растворов. На сегодняшний день буровые растворы должны выполнять целый ряд функций, а именно: способствовать разрушению горных пород, обеспечивать высококачественное вскрытие продуктивных пластов, предупреждать возникновение осложнений в стволе скважины и при всё этом не оказывать негативного влияния на фильтрационно-емкостные свойства коллектора.

Буровые растворы в том или ином виде применяются с древнейших времен. Более двух тысяч лет назад в древнем Китае для удаления выбуренной породы уже применялось смачивание забоя скважины водой [2]. Однако термин «буровой раствор» появился значительно позже, вместо него долгое время употреблялись выражения «буровая грязь», «буровая жидкость» позднее «глинистый раствор», «промывочный раствор».

В 1846 году французский инженер Фовелль открыл способ непрерывного удаления шлама из скважины циркулирующим потоком воды. Основная идея состояла в том, чтобы закачивать воду в скважины насосами по полым трубам с дневной поверхности, а вода, в свою очередь, выйдя из трубного пространства и начав подниматься на поверхность, выносила с собой выбуренный шлам. На сегодняшний день технология промывки скважин не претерпела значительных изменений.

В 1887 году М. Чепмен и А. Крузе получили первые патенты на буровые растворы [5]. К настоящему моменту спектр применяемых промывочных жидкостей не ограничивается растворами на водной основе, это и газообразные растворы, растворы на углеводородной основе, и даже пены. На рис. представлена классификация буровых растворов, в которой учитывается природа и состав как дисперсной фазы, так и дисперсионной среды, а также характер их действия [1].

С 70-х годов XX века при бурении скважин всё чаще и чаще стали применяться полимерные растворы, однако возможно это стало лишь благодаря развитию химической промышленности в общем и непосредственно прогрессу в разработке высокомолекулярных соединений. Полимерный буровой раствор представляет собой раствор полимеров линейного строения в водной дисперсионной среде, как правило применяемый при бурении абразивных пород высокой твердости. Основные преимущества полимерных промывочных жидкостей, выделяющие их среди прочих – это гидрофильность и псевдопластичность – способность изменять вязкость в зависимости от скорости сдвига.



Рис. Классификация буровых растворов

Во второй половине 50-х годов минувшего века впервые был применен буровой раствор, дисперсной фазой которого являлись молекулы полимера. Помимо воды в его состав входили:

- бентонитовый порошок;
- сополимер винилацетата и малеиновой кислоты;
- кальцинированная сода [3].

Изначально состав полимерных буровых растворов обуславливался лишь необходимостью поддержания стабильности их функциональных свойств, впоследствии все большее внимание стали уделять способности сохранять фильтрационно-емкостные свойства породы. На заре применения полимерсодержащих промывочных жидкостей во главу угла все еще ставилось повышение механической скорости бурения. Однако традиционные запасы нефти постепенно истощаются и вместе с тем, стремительными темпами растет доля разрабатываемых трудноизвлекаемых запасов нефти. Такая динамика приводит к изменению геологических условий залегания продуктивных пластов, возрастает глубина скважин, как следствие ужесточаются термобарические условия бурения и возникает ряд сопутствующих осложняющих факторов. Все эти факторы влияют и на требования, предъявляемые к буровым растворам. На сегодняшний день особое внимание при выборе раствора уделяется не столько повышению скорости проходки, сколько его устойчивости, экологичности и способности сохранять коллекторские свойства [4].

К настоящему моменту наиболее совершенными с технологической точки зрения являются безглинистые полимерные системы, состоящие из молекул биополимеров и модифицированных природных полимеров в водной дисперсионной среде. Представителями биополимеров являются белки, нуклеиновые кислоты, крахмал, целлюлоза; и другие высокомолекулярные соединения, встречающиеся в живых организмах. Однако подвергнув целлюлозу химической модификации можно получить полусинтетические смолы, общей формулы $[C_6H_7O_2(OH)_3]_{2n}$, где n – количество мономеров в макромолекуле, данные соединения уже будут относиться к модифицированным природным полимерам. Такие растворы лучше других отвечают требованиям промывки скважин, как с вертикальными, так и с горизонтально-наклонными стволами, поэтому их применение в буровой практике становится все более частым явлением. 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 и в то же время – достаточно высокую выносящую способность бурового раствора, благодаря тиксотропным свойствам макромолекул, при низких скоростях сдвига. Частицы фазы в безглинистых полимерных системах при турбулентном режиме диспергируются (вязкость системы снижается), что ведет к уменьшению гидравлического сопротивления в трубном пространстве, попутно снижая гидродинамическое давление и негативное воздействие на пласт. Вязкоупругие свойства полимерных систем позволяют снизить вероятность непреднамеренного ГРП, за счет повышения фильтрационного сопротивления среды [4].

Выбор полимерного реагента, способного в процессе строительства скважины обеспечить формирование защитного слоя в затрубном пространстве, который бы препятствовал фильтрации раствора в породу – это первостепенная задача для технологов при подборе рецептур промывочной жидкости. Немаловажным является и тот факт, что для восстановления фильтрационно-емкостных свойств коллектора по окончании буровых работ защитный слой должен разрушаться.

Уже несколько десятилетий вектор развития данной отрасли направлен на создание новых, более совершенных биополимерных компонентов. Так добавление бактерицидов в состав растворов позволило справиться со склонностью биополимеров к ферментативному разложению [4].

Отрасль не стоит на месте, непрерывно ведутся работы по совершенствованию компонентного состава буровых растворов. Более того, теперь цель технологов – не только добиться большей скорости бурения, но и не загубить продуктивные пласты. Несмотря на удорожание производства буровых растворов ввиду всё более и более сложного их компонентного состава, при использовании безглинистых полимерных систем достигаются высокие технико-экономические показатели бурения даже твердых абразивных пород. А затраты на приготовление раствора окупаются за счет повышения скорости бурения и снижения расхода долот. Столь большой значимости для нефтедобывающей промышленности полимерные системы достигли потому что сочетают на должном уровне реологические, смазывающие, флокулирующие, ингибирующие и другие свойства, а также позволяют регулировать их при необходимости.

Литература

1. Булатов, А.И. Буровые промывочные и тампонажные растворы: учебное пособие для вузов / А.И. Булатов, П.П. Макаренко, Ю.М. Проселков. Москва: Недра, 1999. – 424 с.
2. Виргинский, В.С. Очерки истории науки и техники с древнейших времен до середины XV века. Книга для учителя / В.С. Виргинский, В.Ф. Хотеевкова. – Москва: Просвещение, 1993. – 288 с.
3. Грей, Дж. Состав и свойства буровых агентов (промывочных жидкостей) / Дж. Грей, Г. Дарли. – Москва: Недра, 1985. – 509 с.
4. Овчинников, В.П. Полимерные буровые растворы. Эволюция «из грязи в князи» / В.П. Овчинников, Н.А. Аксенова, Л.А. Каменский, В.А. Федоровская // Бурение и нефть. – 2014. – № 12. – С. 24 – 29.
5. Успех строительства нефтяных и газовых скважин. [Электронный ресурс]. – URL: <http://pandia.ru>

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОБУРА ПРИ БУРЕНИИ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

Ф.С. Федотченко

Научный руководитель - Д.В. Коношонкин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Снижение объемов добычи углеводородов, связанное с высокой выработанностью крупных месторождений, вызывает необходимость поиска новых нетрадиционных путей ее решения. В настоящее время наблюдается тенденция увеличения средних глубин бурения. Постепенно осваиваются новые технологии, рассчитанные на строительство скважин с большим удалением забоя от поверхности, отдельные элементы этих технологий могут использоваться для решения проблем сверхглубокого бурения. Среди применяемых способов бурения особый интерес представляет электробурение, обладающее высоким потенциалом при строительстве скважин [1].

Под конец XIX века были выданы первые патенты на электробуры [4]. В 1940 году была пробурена первая скважина электробуром, изобретенным А.А. Островским и Н.В. Александровым [2]. В 1965 году начался этап промышленного производства электробуров на Харьковском заводе, а в 1972 году производство было перемещено на Харьковский завод “Потенциал”. Наибольшую популярность электробур получил при бурении скважин в