

ЭВОЛЮЦИЯ БУРОВЫХ ПРОМЫВОЧНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

EVOLUTION OF BORING FLUSHING LIQUIDS

G. Teptereva
S. Shavshukova

Annotation

Drilling was carried out to ancient times on water and the liquid which is formed in the course of deepening of the well was designated as "boring dirt". Emergence of the term "boring flushing liquid" belongs to the 19th century. The saved-up volume of practical knowledge only to the first half of the 20th century has been generalized, published and partially patented. During the same period the direction of chemical processing of flushing liquids has appeared. In the next decades in the USSR there were educational institutions and schools of sciences studying hydraulic, mechanical and chemical features of process of drilling. Now the range of chemical reagents for processing of flushing liquids for the purpose of giving of the set technological properties and characteristics to them constantly extends and contains already thousands of various compoundings.

Keywords: stages of development of boring flushing liquids, chemical processing of boring solutions, rotor drilling, polymeric boring reagents.

Тептерева Галина Алексеевна

К.х.н., доцент,

Уфимский государственный нефтяной
технический университет

Шавшукува Светлана Юрьевна

Д.т.н., профессор,

Уфимский государственный нефтяной
технический университет

Аннотация

В древние времена бурение проводилось на воде и образующаяся в процессе углубления скважины жидкость обозначалась как "буровая грязь". Появление термина "буровая промывочная жидкость" относится к 19 веку. Накопленный объем практических знаний только к первой половине 20 столетия был обобщен, опубликован и частично запатентован. В этот же период появилось направление химической обработки промывочных жидкостей. В последующие десятилетия в СССР появились учебные учреждения и научные школы, изучающие гидравлические, механические и химические особенности процесса бурения. В настоящее время ассортимент химических реагентов для обработки промывочных жидкостей с целью придания им заданных технологических свойств и характеристик постоянно расширяется и насчитывает уже тысячи различных рецептов.

Ключевые слова:

Этапы развития буровых промывочных жидкостей, химическая обработка буровых растворов, роторное бурение, полимерные буровые реагенты.

Развитие технологий бурения скважин в значительной степени зависит от качества применяемых буровых растворов, которые должны способствовать разрушению горных пород, предупреждать возникновение осложнений в стволе скважины, обеспечивать высококачественное вскрытие продуктивных пластов, сохранять их естественные коллекторские свойства.

История применения растворов при бурении скважин насчитывает более двух тысяч лет. Еще в древнем Китае для удаления выбуренной илистой массы желонками применялось смачивание забоя скважины водой, при этом использовался метод ударного бурения [1]. Вместо термина "буровой раствор" долгое время употреблялись выражения "буровая грязь" или "буровая жидкость", позднее "глинистый раствор", "промывочный раствор", "промывочная жидкость".

В истории буровых растворов важным является 1846 год, когда французский инженер Фовелль открыл способ непрерывной очистки скважин от бурового шлама циркулирующим потоком воды. Сущность способа заключа-

лась в том, что с поверхности земли по полым трубам в скважину насосами закачивалась вода, выносящая кусочки породы наверх. Принцип очистки остался неизменным до настоящего времени.

Первые патенты на буровые растворы в 1887 году получили А. Краузе и М. Чепмен [2].

Наибольшее развитие теория и практика применения буровых растворов получила в XX веке в связи с бурным развитием науки и техники бурения.

Первый этап, которым можно обозначить первое двадцатилетие XX века, связан с общенаучными методами эмпирического познания, к которым относятся наблюдение и эксперимент. В 1914 году появились первые публикации А. Хеггмана и Д. Полларда по исследованию буровых жидкостей. В 1916 году получили известность публикации А. Льюиса и В. Мак-Мюррея по исследованию промывки скважин, в которых были рассмотрены такие практические аспекты, как создание рецептов промывочных жидкостей, меры по предотвращению газо-

проявлений, осыпей и обвалов стенок скважин. Однако, прошло еще десятилетие прежде, чем результаты этих исследований получили практическое применение. Это произошло после того, как Б. Строудом были предложены различные виды реагентов–утяжелителей и методы утяжеления промывочных жидкостей. К этому времени был обобщен некоторый практический опыт по регулированию свойств природных глин и суспензий применением углекислых солей (кальцинированной соды), солей ортофосфорной и кремниевой кислот (фосфатов и силикатов). Изучалось влияние электролитов и различных наполнителей для борьбы с поглощениями промывочной жидкости [1–5].

В сентябре 1918 года по инициативе профессора кафедры минералогии Московского государственного университета и заведующего Отделом высших учебных заведений Наркомпроса Д.Н. Артемьева и заведующего горного отдела ВСНХ Н.М. Федоровского был издан Декрет СНК об учреждении Московской горной академии (МГА), где в 1920 году по инициативе члена Главного нефтяного комитета ВСНХ РСФСР И.М. Губкина в МГА была создана кафедра нефтяного дела, на базе которой началась подготовка инженеров–нефтяников по специальности "нефтепромысловое дело" и "нефтепереработка". С МГА связана плеяда видных ученых и специалистов, таких как А.Д. Архангельский, Д.В. Голубятников, Л.С. Лейбензон, Г.Ф. Мирчинк, С.С. Наметкин, В.А. Обручев, Н.С. Шатский, внесших неоценимый вклад в развитие горного дела [6].

Второй этап – 1920–е годы, связан с реконструкцией в ударном бурении и совершенствованием методов роторного бурения. В 1922 году М.А. Капелюшниковым были заложены научные основы турбинного бурения – метода, не имеющего на тот момент аналогов в мировой технике [7–10].

Еще одним важным моментом в истории промывочных жидкостей является 1921 год, когда была сделана первая попытка регулирования их качества путем применения специальных добавок. В 1929 году в технологии бурения начали применять такие химические реагенты, как каустическая сода и алюминат натрия. В том же году были выданы патенты Х.Г. Кроссу и Харту, предложившим использовать бентонитовые глины с окисью магния в качестве добавки для улучшения структурных свойств растворов [11].

Третий этап развития буровых растворов относится к 1930–40–м годам. В СССР это время исследований состава, свойств и способов регулирования параметров промывочных жидкостей связано с именами советских ученых К.А. Царевича, Р.И. Шищенко [12] в работах которых показано, что основными факторами, оказывающими влияние на состояние пристенного участка ствола продуктивного интервала, являются состав бурового раствора (технологической жидкости), его физико–меха–

нические свойства, величина избыточного давления между скважиной и пластом, длительность взаимодействия скважинной жидкости с пластовым флюидом, конструкция бурильной колонны и скважины, литологический состав пород коллектора, термобарические условия и множество других факторов [13–15]. Примечательной в истории развития теории и практики буровых промывочных жидкостей является личность Константина Алексеевича Царевича. Им разработана методика измерения гидравлических параметров раствора, определены опытные коэффициенты и предложены формулы для расчета гидравлических потерь при движении раствора по трубам. По его инициативе и при ближайшем участии в ВНИИнефти были созданы лаборатории подземной гидродинамики, физики и термодинамики пласта, электро-моделирования, нефтепромысловый геологии и разработки. Эти лаборатории составляли единый комплекс, сосредоточивавший свои усилия на решении проблем рациональной разработки нефтяных и газовых месторождений. До последних дней жизни К.А. Царевич занимался исследованием фильтрации промывочной жидкости, в том числе и газированной.

В 1937 году в США В. Льюисом и др. были успешно испытаны буровые жидкости на нефтяной основе, применение которых позволяло сохранить естественную проницаемость продуктивных пластов. Большое число исследований в этот период было посвящено вопросам химической обработки промывочных жидкостей [3].

Период 1950–60–х годов можно назвать четвертым периодом истории развития буровых растворов, когда активные исследования в данной области проводятся под руководством Р.И. Шищенко – крупного ученого в области нефтегазового производства, общепризнанного основоположника гидравлики глинистых и цементных растворов в Советском Союзе, изучавшего реологические свойства буровых растворов на основе приложимости уравнения Шведома–Бингама [16].

Совместно с башкирским ученым–нефтяником М.Р. Мавлютовым Р.И. Шищенко определил коэффициенты расхода и сопротивления по формулам вязких жидкостей. По данным Р.И. Шищенко и А.М. Аванесовой, повышение давления до 400 кгс/см² не влияет на реологические свойства химически обработанных глинистых растворов, пластическая вязкость необработанных растворов повышается незначительно. В эти же годы исследования А.Х. Мирзаджанзаде [17], М.К. Сеид–Рза, М.А. Хасаева и Р.А. Гасанова [18] показали, что эффективность бурения во многом зависит как от конструкции скважины, так и характеристик бурового раствора, в связи с чем возникло направление исследований по приданию буровым растворам заданных технологических свойств, ознаменовавшее пятый период истории развития буровых промывочных жидкостей (1970–80 годы).

В этот период в США при бурении скважин уже применяли полимерные растворы, которые в нашей стране нашли применение лишь в первой половине 1970–х го–

дов. С внедрением в практику буровых полимерных растворов связаны работы Р.С. Ахмадеева, Г.Д. Дедусенко, Э.Г. Кистера [19] Н.Н. Крысина [20], М.И. Липкеса, У.А. Скальской, А.М. Нацепинской, М.К. Турапова, А.У. Шарипова, А.И. Пенькова, И.Ю. Хариева, Б.А. Андресона, К.Л. Минхайрова и др. В качестве полимеров использовались ГПАА, метас, гипан, реагент К-4, при необходимости в раствор добавляли ингибирующие добавки, некоторые виды отходов металлургических и химических производств.

Этот период также связан с именами В.С. Баранова, Г. Лаутона, Г. Грея [21], в работах которых доказана возможность создания буровых растворов с необходимыми для конкретных условий бурения свойствами путем химической обработки промывочных жидкостей такими реагентами, как природные таннины (южноамериканское растение квабрахо), щелочные гуматы (углещелочной реагент на основе бурового угля – УЦР), щелочной крахмал, солестойкая глина, лигносульфонаты.

В последующие годы XX века основной особенностью развития буровых растворов стало широкое внедрение средств и методов их химической обработки. В эти годы

было создано множество новых реагентов, среди которых наибольшее практическое значение приобрели защитные коллоиды: карбоксиметилцеллюлоза, акриловые полимеры, модифицированный крахмал, конденсированная сульфит-спиртовая барда, окисленный лигнин, хромлигносульфонаты и др.

В настоящее время ассортимент реагентов буровых растворов исчисляется тысячами наименований, среди которых материалы для приготовления бурового раствора и сотни добавок для регулирования основных и второстепенных показателей свойств бурового раствора, повышения его качества.

В заключении необходимо отметить, что в настоящее время большое значение придается химическим реагентам отечественного производства, что, в связи с курсом на замещение импортной продукции на российском рынке, делает задачу создания новых буровых реагентов весьма актуальной. В частности, перспективным является вопрос расширения ассортимента буровых реагентов полисахаридными композициями на основе лигносульфонатов, как эффективных понизителей вязкости и фильтрации буровых промывочных жидкостей [22, 23].

ЛИТЕРАТУРА

1. Виргинский В.С. Хотеевков В.Ф. Очерки истории науки и техники с древнейших времен до середины XV века: Книга для учителя. М.: Просвещение, 1993. 288 с.
2. Успех строительства нефтяных и газовых скважин <http://pandia.ru/text/77/283/90405.php>
3. Овчинников В.П., Аксенова Н.А. Буровые промывочные жидкости. – Тюмень: изд-во "Нефтегазовый университет", 2008. – 309 с.
4. Бесов Л.Н. История науки и техники с древнейших времен до конца XX века: Учебное пособие. – Харьков: Изд-во Харьковского гос. политех. ун-та, 1996. – 380 с.
5. Вернадский В.И. Избранные труды по истории науки / Сост. М.С. Бахракова и др. – М.: Наука, 1981. – 359 с.
6. Аглиуллин А.Х., Мазитов Р.М., Шавшукова С.Ю., Удалова Е.А., Габитов А.И., Хамидуллина Э.Д. Истоки создания системы нефтегазового образования в России: учебное пособие. – Уфа: УГНТУ, 2016. – 74 с.
7. Зворыкин А.А., Осьмова Н. И., Чернышев В. И., Шухардин С. В. История техники. – М.: Наука, 1962. – 420 с.
8. Кириллин Л.Л. Страницы истории науки и техники. – М., 1986.
9. Лисичкин С.М. Выдающиеся деятели отечественной нефтяной науки и техники. – М.: Недра, 1967.
10. Принципы историографии естествознания. – М., 1993.
11. Рябоконт С.А. Технологические жидкости для заканчивания и ремонта скважин. – Краснодар, 2009. – 337 с.
12. Царевич К.А., Шищенко Р.И., Бакланов Б.Д. Глинистые растворы в бурении. – Баку: Азнефтеиздат, 1935.
13. Кириллин Л.Л. Страницы истории науки и техники. – М., 1986.
14. Наука и культура: Сб. ст. / Отв. ред. В.Ж. Келле. – М.: Наука, 1984. – 336 с.
15. Семенов Н.Н. Наука и общество. – М., 1973
16. Шищенко Р.И., Есьман Б.И. Практическая гидравлика в бурении. – М.: Недра, 1966.
17. Мирзаджанзаде А.Х. Вопросы гидродинамики вязко-пластичных жидкостей в нефтедобыче. – Баку: изд-во "Азернефтнешр", 1959.
18. Сеид-Рза М.К., Фараджев Т.Г., Гасанов Р.А. Предупреждение осложнений в кинетике буровых процессов. – М.: Недра, 1991.
19. Кистер Э.Г. Химическая обработка буровых растворов. – М.: Недра, 1972. – 392 с.
20. Крысин Н.И., Мавлютов М.Р., Ишмухаметова А.М. и др. Применение безглинистых полимерсолевых буровых растворов. – Пермь: Изд-во ПермНИПИнефть, 1983. – 72 с.
21. Грей Дж Р., Дарли Г.С. Состав и свойства буровых агентов (промывочных жидкостей) / Пер. с англ. – М.: Недра, 1985. – 509 с.
22. Гаврилов Б.М. Лигно-полимерные реагенты для буровых растворов. – Краснодар, 2004. – 523 с.
23. Тептерева Г.А., Конесев Г.В., Исмаков Р.А. Основы получения и применения лигносульфонатов в буровой технологии. – Берлин: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. – 70 с.