



УДК 622.245.422

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА И КОЛИЧЕСТВА ПРОМЫВОЧНОЙ ЖИДКОСТИ НА ПРОЦЕСС ПРОВОДКИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН



RESEARCH OF THE INFLUENCE OF QUALITY AND QUANTITY OF FLUSHING FLUID ON THE PROCESS OF PIPING HORIZONTAL WELLS

Кузнецов Вячеслав Алексеевич

кандидат технических наук, доцент,
ведущий научный сотрудник,
НИИ «Геотехнологические проблемы
нефти, газа и химия»

Шамхалова Гюльнара Азер кызы

докторант,
НИИ «Геотехнологические проблемы
нефти, газа и химия»

Исмаилов Фуад Назим оглы

докторант,
НИИ «Геотехнологические проблемы
нефти, газа и химия»
viateslav@mail.ru

Kuznetsov Vyacheslav Alekseevich

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Leading Researcher,
Research Institute «Geotechnological
problems of oil, gas and chemistry»

Shamkhalova Gulnara Azer

Doctoral Candidate,
Research Institute «Geotechnological
problems of oil, gas and chemistry»

Ismayilov Fuad Nazim oglu

Doctoral Candidate,
Research Institute of «Geotechnological
problems of oil, gas and chemistry»
viateslav@mail.ru

Аннотация. Критерий успешного ведения буровых работ – это минимальная стоимость работ по бурению, эксплуатации бурового оборудования и его транспортировку. В каждой из этих областей буровики имеют возможность применить методику определения оптимальных режимов, например: выбор параметров, обеспечивающих минимальную стоимость метра проходки.

Структура модели механической скорости может быть универсальной или применима в конкретных условиях. Коэффициенты, входящие в модели, могут меняться в зависимости от режимных параметров бурения и физико-механических свойств пород. Структура модели в какой-то степени является универсальной.

Ключевые слова: буровой раствор, механическая скорость, оптимальный режим, горизонтальная скважина, механические свойства пород.

Annotation. The criterion for successful drilling is the minimum cost of drilling, operating drilling equipment and its transportation. In each of these areas, drillers have the opportunity to apply the methodology for determining the optimal modes, for example: the choice of parameters that ensure the minimum cost per meter of penetration.

The structure of the mechanical velocity model can be universal or applicable in specific conditions. The coefficients included in the model may vary depending on the operating parameters of the drilling and physico-mechanical properties of the rocks. The structure of the model is to some extent universal.

Keywords: drilling fluid, mechanical speed, optimal mode, horizontal well, mechanical properties of rocks.

Основные функции любой промывочной жидкости в бурении хорошо известны уже в течение нескольких десятилетий. Однако и в том случае, когда промывочная жидкость выполняет все свои функции, не всегда достигается экономически приемлемая механическая скорость проходки [1]. О влиянии промывочной жидкости на механическую скорость проходки известно давно. По мере повышения давления промывочной жидкости с увеличением глубины скважины в целях роста скорости проходки буровики концентрировали свое внимание главным образом на конструкции долота, нагрузках на долота и скоростях его вращения. Широко исследовали работу породоразрушающего инструмента в промывочной жидкости, но очень мало внимания уделяли при этом самим промывочным жидкостям.

Критерий успешного ведения буровых работ – это минимальная стоимость работ по бурению, эксплуатации бурового оборудования и его транспортировку. В каждой из этих областей буровики имеют возможность применить методику определения оптимальных режимов, например: выбор параметров, обеспечивающих минимальную стоимость метра проходки.

Расходы, непосредственно связанные с применением промывочных жидкостей, составляет в среднем 11 % от стоимости бурения, а во многих случаях могут составлять значительно больший процент [2].

В настоящее время созданы практически все условия для оптимизации бурения, являющейся одним из главных условий перехода на автоматизированную систему управления бурением, технические предпосылки для которого, создаются очень быстрыми темпами. Пока сделаны лишь первые шаги в этом



направлении. Тем более нельзя говорить об использовании всех потенциальных возможностей оптимизации. Это станет возможным при полном выявлении взаимосвязи и взаимозависимости всех без исключения параметров режима бурения и промывки, а также свойств промывочной жидкости в математической форме, что потребует ввиду сложного характера зависимостей применения компьютера.

Качество промывочной жидкости как известно определяется такими параметрами, как плотность, вязкость, водоотдача, содержание твердой фазы и др.

Влияние отдельных параметров глинистого раствора на механическую скорость проходки изучено детально, построены графические зависимости и даны эмпирические формулы [3]. Так, например, зависимость механической скорости от плотности (γ) получена в виде гиперболических кривых, описываемых уравнением вида:

$$V_{mex} = a\gamma^b + c,$$

где a, b, c – коэффициенты, зависящие от природных и технических факторов.

При этом обработка промысловых данных, проводилась методом математической статистики. Для каждого интервала определяли математические ожидания плотностей промывочной жидкости и соответствующие им математические ожидания механической скорости бурения. Механическая скорость в каждом интервале определялась по графику скорости проходки с поправками на износ долота. После этого строились графики зависимости откорректированных значений механической скорости бурения от плотностей промывочной жидкости.

Исследования всех зависимостей методом выравнивания позволило для каждого интервала получить численные величины коэффициентов [3].

Заслуживает внимания другой фактор, значения которого обычно недооценивают. Если глинистые породы вокруг ствола горизонтальной скважины имеет разветвленную систему трещин и нарушений (причем совершенные не существенно возникли ли они в результате бурения или существовали раньше), то глинистый раствор фильтруясь будет входить в них и давление жидкости между частицами породы будет повышаться [3]. В результате напряжения в зернах и трения между этими частичками уменьшится, что создает условие, благоприятствующее обвалу стенки горизонтальной скважины. Таким образом, применение утяжеленных глинистых растворов будет способствовать обвалу стенки горизонтальной скважины, несмотря на то что утяжеленные растворы, кроме высокой плотности обладают еще очень хорошей способностью образовывать корку на стенке горизонтальной скважины. Если это утверждение правильное, становится сомнительным общепринятое положение, что хорошая коркообразующая способность глинистого раствора имеет значение лишь при бурении в песчаных породах, но несущественны при бурении в глинах.

Обстоятельным было влияние вязкости промывочной жидкости на механическую скорость проходки. Были построены кривые зависимости механической скорости проходки от вязкости. Откуда видно, что после того, как вязкость превышает 40 спз, дальнейшее ее увеличение очень незначительно влияет на механическую скорость проходки. Наиболее значительное влияние на механическую скорость проходки оказывает изменение вязкости до 28 спз. Однако выявление зависимости механической скорости бурения от вязкости промывочной жидкости было трудно осуществимым. Когда видимая зависимость механической скорости бурения от пластической вязкости была проведена в лабораторных условиях, то результаты испытания имели большой разброс данных. Правильное соотношение между вязкостью и скоростью бурения было найдено только после того, как был установлен такой показатель свойств промывочной жидкости, как отношение предельного напряжения сдвига к пластической вязкости и созданы приборы, способные измерять вязкость для диапазона скоростей сдвигов, характерного для насадок долота.

Промысловая практика свидетельствовала, что механическая скорость бурения имеет тенденцию повышаться с увеличением водоотдачи промывочной жидкости. Однако проверка этой тенденции в лабораторных условиях при всех прочих одинаковых условиях указала на то, что предполагаемая зависимость не всегда однозначна. При исследовании необходимо рассматривать водоотдачу как функцию вязкости, а вязкость как важнейший фактор, определяющий механическую скорость проходки.

Твердая фаза промывочной жидкости состоит преимущественно из барита, глины и песка. Влияние твердой фазы промывочной жидкости на механическую скорость проходки пока до конца не выяснено. Одной из важных задач является получение возможности изменить содержание твердой фазы без изменений плотности, вязкости или любых других показателей промывочной жидкости. Механическая скорость проходки действительно снижается при увеличении содержания твердой фазы промывочной жидкости. Это может быть следствием повышения ее вязкости за счет попадания в нее частиц разбуренной породы, уменьшения подводимой к забою гидравлической мощности из-за увеличения плотности промывочной жидкости, получения перепада давления также вследствие увеличения ее плотности или, что наиболее вероятно, в результате комбинации перечисленных причин. Как бы то ни было, содержание твердой фазы промывочной жидкости должно поддерживаться на минимально допустимом уровне.



С вопросом влияния качества и количества промывочной жидкости на механическую скорость, тесно связан вопрос о влиянии совершенствования очистки забоя горизонтальной скважины [3]. Наилучшие результаты работы долота имеют место когда внутренняя порода удаляется из-под долота, в противном случае она оказывает дополнительное сопротивление долоту. Степень совершенства очистки забоя определяется четырьмя основными факторами:

1. Качеством промывочной жидкости;
2. Количеством жидкости, подаваемой на единицу площади забоя горизонтальной скважины;
3. Скоростью истечения потока жидкости из отверстия долота;
4. Расположением этих отверстий по отношению к шарошке и забою горизонтальной скважины.

Результаты опытов, поставленные с целью выявления относительных способностей промывочной жидкости к удалению шлама из-под долота, приводятся в [3]. Откуда видно, что способность промывочной жидкости зависит главным образом от ее вязкости и значительно меньше от плотности, а напряжение сдвига, также как и фильтрация, не оказывают значительного влияния на очистительную способность жидкости.

Литература

1. Совершенствование технологии и оптимизации режимов бурения : Обзор зарубежной литературы. Серия Бурение. – ВНИИОЭНГ, 1970.
2. Гулизаде М.П. и др. К вопросу о вытеснении цементным раствором глинистого при цементировке обсадных колонн в наклонных скважинах // Изв. ВУЗов «Нефть и газ». – 1965. – № 12.
3. Велиев Р.В., Керимова А.Т. О влиянии удельного веса промывочной жидкости и гидростатического давления на механическую скорость бурения // АНХ. – 1973. – № 5.

References

1. Improvement of technology and optimization of drilling modes : Foreign literature review. Drilling series. – VNIIOENG, 1970.
2. Gulizade M.P. et al. To the Question of Clay Mud Dislodgement by Cement Mud during Casing Casing in Slope Wells // Izv. of Higher Educational Institutions «Oil and Gas». – 1965. – № 12.
3. Veliyev R.V., Kerimova A.T. About influence of specific weight of a flushing liquid and a hydrostatic pressure on mechanical speed of drilling // ANKh. – 1973. – № 5.