УДК 622.276.1.4:243.24

В.В.ФЕЛЛЕР
Геолого-разведочный факультет,
аспирант кафедры технологии и техники бурения скважин

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Для повышения эффективности бурения горизонтальных скважин обосновано формирование вращательно-поступательного потока промывочной жидкости. В данном потоке можно увеличивать в сотни раз активные силы, обуславливающие вынос шлама. Использование закрученного потока при бурении горизонтального ствола позволяет сократить сроки строительства и стоимость скважины.

For increase of efficiency of drilling of horizontal wells forming of rotationally-forward movement circulating fluid is proved. Thus it is possible to increase the active forces causing out mud, in hundreds times. Use of the twisted stream at drilling a horizontal wells allows to reduce terms of construction and cost of a well.

Проблема полноты извлечения углеводородов из недр весьма актуальна и соответствует приоритетным направлениям науки.

Повышение эффективности разработки нефтяных месторождений можно достичь за счет системного подхода с применением комплексных технологий, одним из элементов которых является использование горизонтальных и горизонтально разветвленных скважин. В мировой практике горизонтальные технологии стали одним из важнейших направлений научно-технического прогресса в области разработки нефтяных и газовых месторождений с вовлечением в промышленное освоение месторождений с трудноизвлекаемыми запасами. Потенциал горизонтальной технологии является неоспоримым для повышения добычи, полноты извлечения углеводородов и значительного снижения негативных технологических последствий. Развитие технологий ограничивается рядом осложнений, вызванных техническими проблемами наклонно-направленного и особенно горизонтального бурения в режиме равновесия или депрессии. Причины осложнений, нередко приводящих к авариям, обусловлены в основном низкой эффективностью очистки скважин от шлама при невращающихся бурильных трубах в горизонтальных участках ствола скважины. Поэтому одним из основных направлений повышения эффективности бурения горизонтальных скважин является формирование вращательно-поступательного потока промывочной жидкости. Главную роль при этом играют центробежные силы, которые по своей абсолютной величине значительно превышают силы гравитации.

Для оценки возможности создания закрученных потоков в кольцевых каналах горизонтальных стволов скважин при циркуляции промывочной жидкости, оценки степени влияния основных факторов, определяющих технологические особенности и режимные параметры процесса удаления шлама, были проведены исследования на специальном стенде (рис.1).

Модель соответствовала участку скважины в призабойной зоне с длиной кольцевого канала 4,6 м. В качестве стенки скважины выбрана прозрачная стеклянная труба для возможности визуального наблюдения за процессом. Конструкция стенда позволяла проводить исследования как при создании вращения потока в кольцевом канале, так и без вращения. Кручение потока задавалось установленной турбинкой, вращающейся вокруг своей продольной оси под действием подаваемой насосом промывочной жидкости. Для измерения окружных

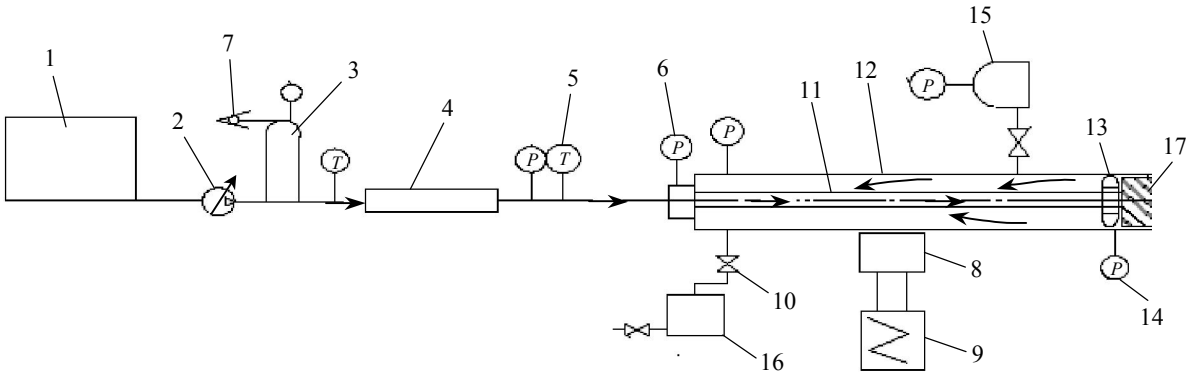


Рис.1. Принципиальная схема стенда для исследования выноса шлама закрученным потоком
1 – емкость для раствора; 2 – дозировочный насос; 3 – воздушный колпак; 4 – расходомер; 5 – ртутный термометр; 6 – образцовый манометр; 7 – предохранительный клапан; 8 – индукционная катушка; 9 – осциллограф; 10 – вентиль; 11 – бурильная труба; 12 – стеклянная труба; 13 – рабочее колесо турбинки; 14 – центратор с направляющими винтовыми пазами; 15 – устройство для ввода красителей и магнитного порошка; 16 – сливная емкость; 17 – устройство для подачи шлама

компонентов на одной из лопастей колеса было сделано магнитное напыление. Перед турбинкой установлен центратор с профильными каналами, направление которых совпадает с направлением вращения турбинки. Промывочный раствор (техническая вода) из емкости подавался дозировочным насосом НД-10/100 через сальник в бурильную трубу, затем, отражаясь от забоя, по кольцевому каналу поступал в сливную емкость. Твердые частицы (строительный песок с эквивалентным диаметром 1,5-2,6 мм) в заданной концентрации вводились под торец центратора устройством. Полнота выноса шлама оценивалась как визуально, так и по отбору из сливной емкости после отстоя.

Степень закрутки потока оценивалась по вводимым через устройство специального красителя стробоскопическим и тахометрическим методами, а также с помощью осциллографа Н-115 регистрацией ЭДС, возникающей в катушке при пересечении витков магнитными частицами γFe_2O_3.

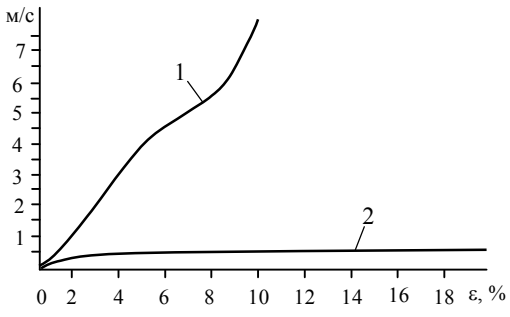


Рис.2. Зависимость концентрации твердых частиц от скорости потока при закрученном (1) и невращающемся (2) потоке

Соотношение между центробежным и гравитационным ускорением оценивалось по значению приведенного числа Фруда:

$$Fr = \omega^2 r_{ст}/g,$$

где ω – скорость вращения, $с^{-1}$; $r_{ст}$ – эквивалентный радиус канала, м.

Исследованиями установлено, что при устойчивых закрученных потоках полный вынос шлама с концентрацией по массе к жидкости до 20 % обеспечивается при средней скорости потока 0,2-0,35 м/с (рис.2). В невращающемся потоке, при концентрации шлама 15-20 % даже при скорости потока 6 м/с значительная часть твердых частиц оседает в нижней части кольцевого канала (рис.2).

Если значение приведенного критерия Фруда (отношение центробежных сил к силам гравитации) $Fr > 2$, то проявляется активное воздействие центробежных сил и поток жидкости с частицами шлама соответствует вращению по закону твердого тела: $\upsilon_\varphi = \text{const}\, r$. При $Fr < 1$ наблюдается радиальное и вертикальное расслоение потока*.

* *Кафаров В.В.* Основы массопередачи. М.: Высшая школа. 1972. 542 с.

Основным параметром управления степенью закрутки потока является объемный расход промывочной жидкости. Обоснована область существования устойчивого незатухающего вращения потока с осевым перемещением, соответствующего вращению по закону твердого тела.

Установленные закономерности послужили основой для разработки методики проектирования технических средств управления процессом промывки горизонтально направленных скважин как в режиме равновесия, так и на депрессии с минимальными энергетическими затратами при полной очистке кольцевого канала. Вскрытие продуктивных пластов на депрессии позволяет сохранять природные фильтрационные свойства коллектора и повышать эффективность извлечения углеводородов из недр.

Научный руководитель д.т.н. проф. *Н.И.Слюсарев*