

Бажутин Д.С.

Студент магистратуры

1 курс, Инженерная школа природных ресурсов

Национальный исследовательский Томский политехнический

университет

Россия, г. Томск

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ

***Аннотация:** Большая часть осложнений во время бурения происходит из-за некачественной очистки ствола скважины от выбуренной породы, поэтому промывке уделяется большая роль в планировании безаварийной работы скважины. В горизонтальных скважинах около 80% всех прихватов связаны с некачественной очисткой или несоблюдением технологического регламента по промывке скважины в процессе бурения.*

***Ключевые слова:** бурение, осложнения, очистка, промывочная жидкость, илам.*

***Annotation:** Most of the complications during drilling are due to poor-quality cleaning of the borehole from the cuttings, therefore flushing is given a large role in planning the trouble-free operation of the well. In horizontal wells, about 80% of all sticks are associated with poor-quality cleaning or non-compliance with the technological regulations for flushing the well during drilling.*

***Key words:** drilling, complications, cleaning, flushing fluid, sludge.*

Обоснования выбора промывочной жидкости для вертикальных и скважин с горизонтальным окончанием одинаковы. Однако при выборе бурового раствора для горизонтальных скважин некоторые факторы требуют к себе более

детального анализа и пристальной проработки.

Одним из наиболее надежных методов выбора промывочной жидкости для горизонтальных стволов является использование такого раствора, который успешно использовался при бурении соседних вертикальных или наклонных скважин при условии его модифицирования.

Важным фактором, влияющим на безаварийное строительство горизонтальной скважины, является вынос шлама на поверхность.

В статье [1] представлена зависимость выносящей способности промывочной жидкости от величины зенитного угла бурильной колонны в скважине. Были четко установлены три диапазона зенитного угла:

0-45°: Шлам выносится эффективнее при ламинарном режиме течения жидкости. Выносящая способность улучшается при повышении реологических свойств, особенно динамического напряжения сдвига

45-55°: Ни ламинарный, ни турбулентный режимы не имеют преимуществ друг перед другом. В этом диапазоне наблюдалось соскальзывание вниз выбуренной породы.

55-90°: Ствол лучше очищается при турбулентном режиме течения. Повышение реологических свойств не оказывало существенного влияния на несущую способность при турбулентном режиме в любом диапазоне зенитного угла.

На рисунке 1 представлен график, характеризующий минимальную подачу буровых насосов, обеспечивающий очистку скважины на горизонтальном участке скважины диаметром 216 мм (8-1/2"). Из графика видно, что при бурении с раствором плотностью от 1200 до 1400 кг/м³, минимальная подача насоса для качественной промывки горизонтальной скважины должна составлять 23 л/сек для бурения со скоростью 10 м/ч. При бурении с большей скоростью или буровым раствором с другими показателями плотности, необходимо вносить корректировку и прибавлять или убавлять литраж.

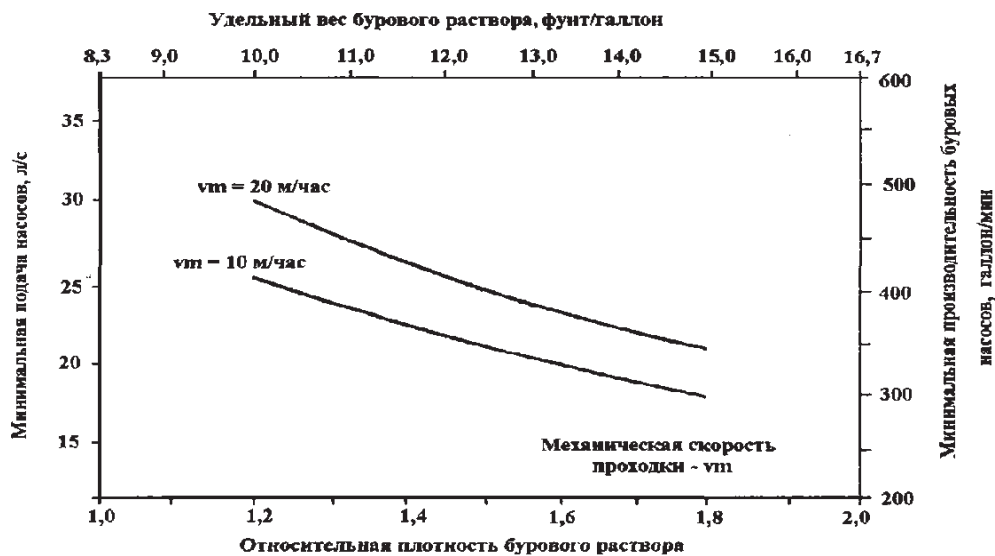


Рисунок 1. Расход промывочной жидкости, необходимой для выноса шлама из горизонтального ствола $\varnothing 216$ мм

На показатель критического расхода жидкости сильно влияет ее динамическое напряжение сдвига. Данные, показанные на рисунке 2, относятся к буровому раствору с плотностью 1600 кг/м^3 . Для того чтобы создать турбулентный режим течения промывочных жидкостей с меньшей плотностью, потребуется более значительный расход потока. Из графика видно, что при нормальном показании расхода (от 25 до 30 л/сек) трудно достичь турбулентного режима течения, если динамическое напряжение сдвигу бурового раствора превышает 5 Па. Несмотря на это, реологические свойства бурового раствора и его статическое напряжение сдвига должны оставаться на уровне достаточном для удержания во взвешенном состоянии утяжелителя. Это особенно важно для тех временных отрезков, когда раствор в скважине остается в покое.

Хотя при турбулентном режиме течения вынос шлама из горизонтального участка улучшается, создание такого режима не является необходимым условием, а иногда турбулентный режим технически недостижим.

Помимо подачи насоса и режима течения жидкости, значительную роль в очистке скважины оказывает скорость вращения колонны бурильных труб. Известно, что чем больше скорость вращения бурильного инструмента, там лучше производится очистка скважины от выбуренной породы.

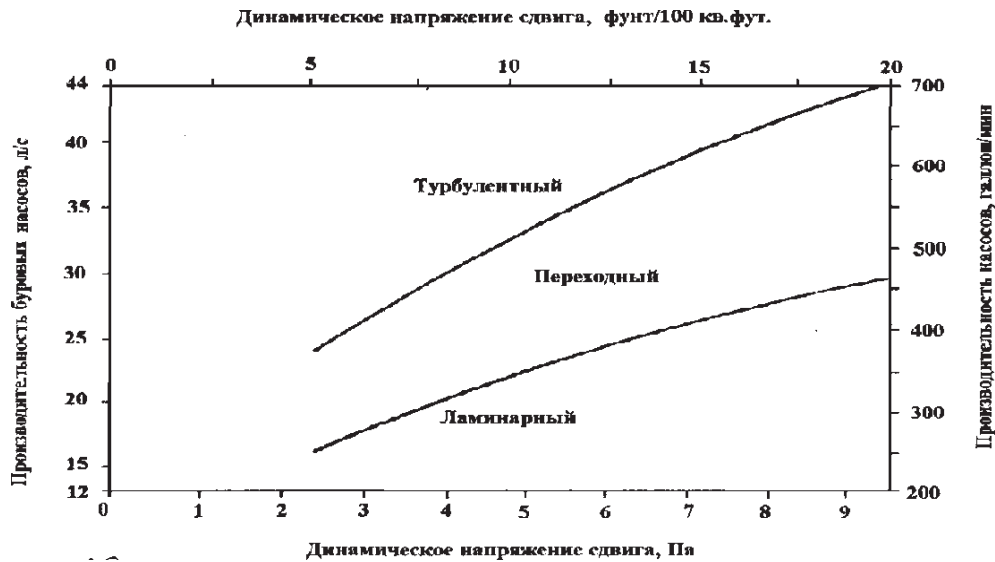


Рисунок 2. Расчетные режимы течения в скважине $\varnothing 216$ мм

В буровом пособии компании Schlumberger по безаварийной проводке скважин, приведены результаты исследования зависимости расхода бурового раствора при вращении буровой трубы и без вращения на качество очистки скважины, а так же были определены показатели рентабельности при бурении секции 295,3 мм (рисунок 3).

Для рационального использования производственных мощностей, необходимо использовать показатель P-HAR.

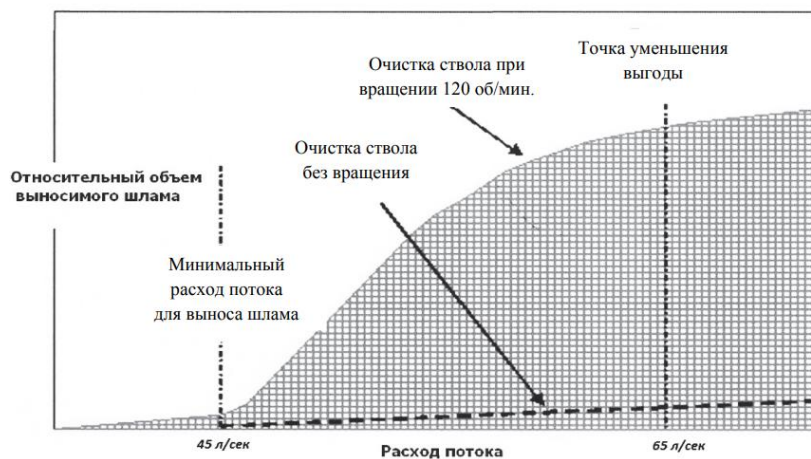


Рисунок 3. Зависимость объема выносимого шлама от расхода промывочной жидкости с вращением и без

P-HAR (англ. «Pipe-Hole Area Ratio» – «отношение площадей скважина-труба») – показатель отношения диаметра ствола скважины к диаметру буровых труб. Является показателем обратным степени центрирования

бурильной колонны в скважине.

$$P - HAR = \frac{D_{\text{скв}}^2}{D_{\text{труб}}^2}.$$

Проведя анализ по пробуренным скважинам на Приобском и Тайлаковском месторождениях с бурильными трубами и долотами различного диаметра. При бурении применялись долота 220,7 мм, 155,0 мм и 126,0 мм; буровые трубы с наружным диаметром: 139,7 мм, 127,0 мм, 101,6 мм, 88,9 мм и 73,0 мм. Например, показатель P-HAR для секции 220,7 мм и с использованием труб 101,6 мм равняется 4,72. Было определено, что оптимальный диапазон показателя P-HAR= 3,25-3,75 (степень центрирования от 20% до 27%). Именно при таком отношении диаметра ствола скважины и параметров бурильной колонны достигаются оптимальные показатели: очистки скважины, трении бурильных труб о стенки скважины, эквивалентной циркуляционной плотности.

На практике используется понятие «большой» и «малой» скважины. «Большой» называется та, чей показатель P-HAR > 3,25. При бурении такого ствола, для качественной промывки, используются скорость вращения бурового инструмента (>120 об/мин.) и производительность буровых насосов (от 30 л/сек.). При P-HAR ≤ 3,25 минимальные значения данных параметров ниже.

Опираясь на полученные данные анализа, была выведенная модель зависимости количества вынесенной на поверхность породы от скорости вращения бурильной колонны. Показатели выноса шлама на поверхность выше при соответствующей скорости вращения колонны бурильных труб, чем при P-HAR>3.25 (рисунок 4) [2].

Оптимальную частоту $N_{\text{опт}}$ вращения бурильной колонны при бурении горизонтального ствола рекомендуется выбирать в зависимости от параметра P-HAR по правилу:

если $3,25 < P-HAR$, то $120 \text{ об/мин} \leq N_{\text{опт}} \leq 180 \text{ об/мин}$; если $P-HAR < 3,25$, то $100 \text{ об/мин} \leq N_{\text{опт}} \leq 160 \text{ об/мин}$ [3].

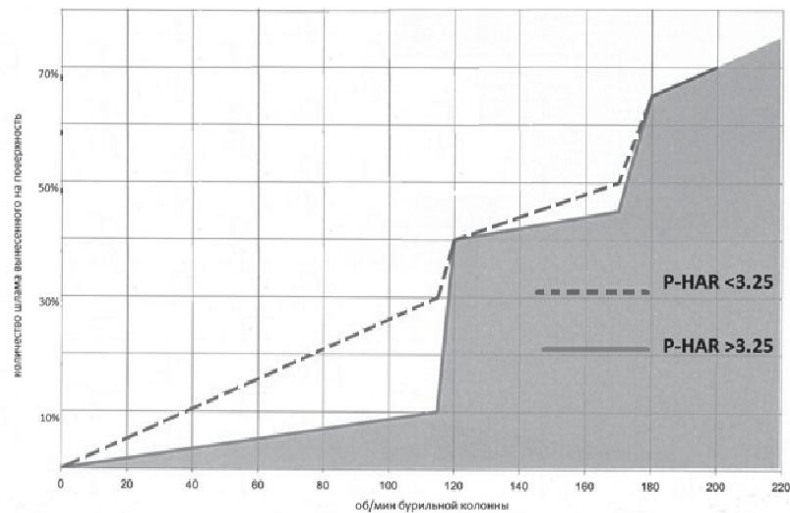


Рисунок 4. Зависимость количества вынесенной породы от скорости вращения бурильной колонны при производительности насосов 20 л/сек

Таким образом, можно заключить, что на качественную проводку горизонтальной скважины влияют множество факторов, которые должны быть тщательно изучены и проанализированы еще на стадии создания проекта на бурение. Лабораторные исследования могут различаться с показателями, полученными в результате практического опыта на месторождении в связи с многими факторами – качеством оборудования, человеческим фактором, геологическими аномалиями и др. Однако не принимать научную модель чревато различными непредсказуемыми последствиями, которые в лучшем случае приведут к осложнению в процессе бурения, а в худшем – к аварии и захоронению оборудования, затратам денежных и временных ресурсов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. С. Окражи и Дж. Азара, Публикация 19535 «Реологические свойства бурового раствора» Общество Инженеров-нефтяников, 1986 г.
2. Комманя Schlumberger «Пособие для DD инженеров сегмента D&M по безаварийной проводке скважин» 2015 г.
3. Технологическая группа K&M «Курс по предотвращению прихватов труб» K&M Technology Group TX 77380, 2016 г.