



Bobirjon ASHUROV,
TDTU mustaqil izlanuvchisi
E-mail: bn_ashurov@mail.ru
Umidjon MELIKULOV,
TDTU tayanch doktoranti
E-mail: u.melikulov7711@gmail.com

Ilhom BEGIJONOV,
TDTU assistenti
E-mail: ilhombekotm@gmail.com

Sherali UMEDOV,
TDTU professori, t.f.d
E-mail: umedov.sherali@mail.ru
Gubkin nomidagi neft va gaz universiteti professori, t.f.d A.A. Raximov taqrizi asosida

STUDIES OF THE CRITICAL VELOCITY OF THE UPWARD FLOW OF FLUSHING FLUID WHEN DRILLING GEOLOGICAL EXPLORATION WELLS

Annotation

The article considers the calculations of the critical velocity of the upward flow of the flushing fluid during drilling of geological exploration wells and the importance of choosing the parameters of the drilling mud for the removal of sludge to the day surface.

Key words: viscosity, density, geological exploration wells, bit balling formation, well cleaning efficiency, washing liquid, well, pressure, critical upstream velocity, drilled rock, turbulent flow regime.

ИССЛЕДОВАНИЕ КРИТИЧЕСКОЙ СКОРОСТИ ВОСХОДЯЩЕГО ПОТОКА ПРОМЫВОЧНОЙ ЖИДКОСТИ ПРИ БУРЕНИИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы критической скорости восходящего потока промывочной жидкости при бурении геологоразведочных скважин и расчеты о важности выбора параметров буровой жидкости для выноса шлама на дневную поверхность.

Ключевые слова: вязкость, плотность, геологоразведочная скважина, сальникообразование, эффективность очистки скважин, промывочная жидкость, скважина, давление, критическая скорость восходящего потока, выбуренная порода, турбулентный режим течения.

GEOLOGIYA RAZVEDKA QUDUQLARINI BURG'ILASHDA YUVUVCHI SUYUQLIKNING YUQORI OQIM KRITIK TEZLIGINI TADQIQ QILISH

Annotatsiya

Maqolada geologiya razvedka quduqlarini burg'ilashda yuvuvchi suyuqlikning yuqori oqim kritik tezligi va burg'langan tog' jinsini yer yuzasiga olib chiqish uchun burg'ulash suyuqligining parametrlarini tanlashning ahamiyati haqidagi hisob-kitoblar muhokama qilinadi.

Kalit so'zlar: Qovushqoqlik, zichlik, geologiya razvedka quduqlari, salnik hosil bo'lish, quduqlarni tozalash samaradorligi, yuvuvchi suyuqlik, skvajina, bosim, yuvuvchi suyuqlikning yuqori oqim kritik tezligi, burg'langan tog' jinsi, turbulent oqim rejimi.

Настоящий время в мире увеличивается рост проходки бурения геологоразведочных скважин для определения ресурсов и оценки запасов полезных ископаемых [1,2].

Одним из процессов бурения является промывка скважин. Основной целью процесса промывки скважин является вынос разбуренных пород на поверхность земли [3,4,5]. Эффективность очистки скважин от разбуренных пород зависит от критической скорости восходящего потока промывочной жидкости.

При бурении скважин с применением промывочной жидкости, критическая скорость восходящего потока является одним из основных показателей и представляет собой скорость течения жидкости, в которой гидростатика выбуренных твердых частиц не поднимаются вверх и не падают вниз т.е., остаются во взвешенном состоянии [6].

Можно подчеркнуть, что для удаления частиц породы от забоя скважин, скорость восходящего потока промывочной жидкости должна быть больше, чем скорость осаждения выбуренных пород [10].

При движении выбуренной породы с помощью промывочной жидкости поднимающихся вверх из скважины действуют следующие основные силы: подъемная «Архимедова» сила $N_{арх}$, сила тяжести $F_{тя}$ и сила сопротивления при течении $F_{сопр}$.

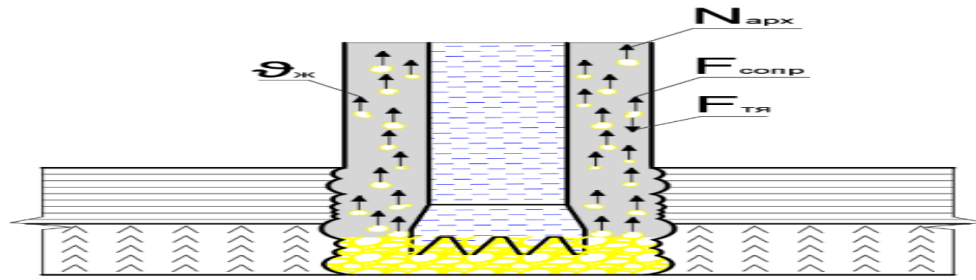


Рисунок-1. Влияющие силы на тела находящегося в потоке промывочной жидкости
Находящиеся в промывочной жидкости при условии, что проекции тела в состоянии покоя равны нулю

$$N_{арх} + F_{сопр} - F_{тя} = 0 \quad (1)$$

Сила сопротивления:

$$F_{сопр} = \frac{CS\rho_{ж}v_{ж}^2}{2}$$

Сила Архимеда:

$$N_{арх} = \rho_{ж} g V_T$$

Сила тяжести:

$$F_{тя} = mg = \rho_{т} V_T g$$

тогда, имеется

$$V_T g \left(\frac{\rho_{т}}{\rho_{ж}} - 1 \right) = \frac{CSv_{ж}^2}{2}$$

Из этого получается следующая формула, критическая скорость восходящего потока промывочных жидкостей:

$$v_{ж} = \sqrt{\frac{2V_T g \left(\frac{\rho_{т}}{\rho_{ж}} - 1 \right)}{CS}} \quad (2)$$

где V_T – объем тела выбуренной породы, м³; g – ускорение свободного падения тел, м/с²; $\rho_{т}$ – плотность тела выбуренной породы, г/см³; $\rho_{ж}$ – плотность промывочной жидкости, г/см³; C – коэффициент сопротивления (зависит от числа Рейнольдса (Re), определяется опытным путем учитывающий формы тела и его положения в потоке); S – площадь проекции тела на плоскость, м²; $v_{ж}$ – критическая скорость восходящего потока промывочной жидкости.

Из анализа формулы (2) можно констатировать, что при уменьшении значения плотности промывочной жидкости критическая скорость восходящего потока будет увеличиваться. Из формулы (2) очевидно, что $v_{ж}(V_T, S, \rho_{ж})$ – это трех переменная функция и для того, чтобы найти максимальное или минимальное значение этой функции необходимо определить частные производные и решить следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} v_{V_T} = 0 \\ v_S = 0 \\ v_{\rho_{ж}} = 0 \end{cases} \quad \begin{cases} \frac{\partial v_{ж}}{\partial V_T} = \frac{1}{2} \frac{CS}{2V_T g \left(\frac{\rho_{т}}{\rho_{ж}} - 1 \right)} \cdot \frac{2g \left(\frac{\rho_{т}}{\rho_{ж}} - 1 \right)}{CS} = 0 \\ \frac{\partial v_{ж}}{\partial S} = \frac{-1}{2} \frac{CS}{2V_T g \left(\frac{\rho_{т}}{\rho_{ж}} - 1 \right)} \cdot \frac{2V_T g \left(\frac{\rho_{т}}{\rho_{ж}} - 1 \right)}{CS^2} = 0 \\ \frac{\partial v_{ж}}{\partial \rho_{ж}} = \frac{-1}{2} \frac{CS}{2V_T g \left(\frac{\rho_{т}}{\rho_{ж}} - 1 \right)} \cdot \frac{2V_T g \frac{\rho_{т}}{\rho_{ж}^2}}{CS} = 0 \end{cases}$$

Отсюда следует, что

$$\frac{\pm 1}{2} \sqrt{\frac{CS}{2V_T g \left(\frac{\rho_{т}}{\rho_{ж}} - 1 \right)}} \neq 0, 2g \left(\frac{\rho_{т}}{\rho_{ж}} - 1 \right) \neq 0, 2V_T g \frac{\rho_{т}}{\rho_{ж}^2} \neq 0, \rho_{т} > \rho_{ж} \text{ и } V_T \neq 0 \text{ т.е.}$$

Для того, чтобы получить необходимую скорость потока

предлагается уменьшить плотность промывочной жидкости:

$$\lim_{\rho_{ж} \rightarrow \rho_{min}} v_{ж} = \lim_{\rho_{ж} \rightarrow \rho_{min}} \sqrt{\frac{2V_T g \left(\frac{\rho_{т}}{\rho_{ж}} - 1 \right)}{CS}} = v_{max} \quad (3)$$

где ρ_{min} – минимальное значение плотности промывочной жидкости, v_{max} – максимальное значение скорости восходящего потока.

Необходимо отметить, неравномерность скорости потока по сечению влияет на процесс выноса разбуренной породы из забоя скважины.

Большая часть разбуренных пород выносятся центральными струями потока, часть же частиц не выносятся и остается у стенок.

Особо эффективная промывка скважины происходит при турбулентном режиме, когда за счет турбулентному перемешиванию неравномерность распределения скоростей потока сглаживается [7, 8].

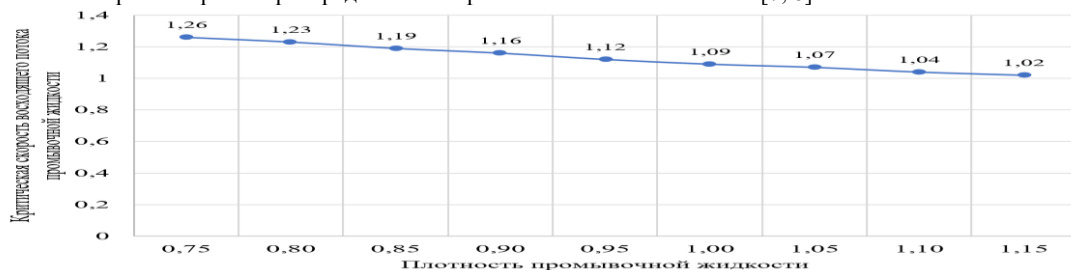


Рисунок-2. Исследования зависимости скорости восходящего потока от плотности промывочной жидкости

При промывке скважин снижение скорости восходящего потока промывочной жидкости приводит к резкому уменьшению проходки скважин. В результате анализа литературы известно, что не своевременный вынос разбуренной породы накапливает шлам в забое скважины, который приводит к сальникообразованию. Кроме того, еще одной причиной образования сальника на долоте и буровом инструменте является падение механической скорости вращения бурового инструмента [9,11,12].

Проведенные анализы показывают, что критическая скорость восходящего потока промывочной жидкости при бурении геологоразведочных скважин способствует предотвращению сальникообразования.

По результатам исследования можно сделать следующие заключения:

- при турбулентном режиме течения жидкости выпрямляется эпюра распределения скоростей, что обеспечивается вынос всех выбуренных частиц породы, находящихся в середине потока и у стенки трубы. Турбулизация потока на забое скважины даёт возможность удаления выбуренных частиц всех размеров, лежащих в периферийной зоне забоя.

- однако, как указано выше, создание турбулентного режима промывочной жидкости в затрубном пространстве ограничивается мощностью буровых насосов и условиями бурения скважин. Поэтому для наилучшего удаления шлама из забоя скважины и дальнейшей транспортировки на дневную поверхность целесообразно применять различные добавки – «турбулизаторы», приводящие к ранней турбулизации потока.

- с позиции выноса шлама из кольцевого пространства и эффективной очистки забоя скважины целесообразно выбрать промывочные жидкости с такими свойствами, которые при низких скоростях сдвига (кольцевое пространство) должны обладать достаточной структурой для поддержания выбуренных пород во взвешенном состоянии, а при больших скоростях сдвига (насадки долота) должны обладать наименьшей вязкостью. Такими свойствами обладают промывочные жидкости, обработанные высокомолекулярными добавками.

По результатам вышеуказанных исследований и расчетов можно отметить, что критическая скорость восходящего потока выполняет основную задачу при технологии бурения скважин и предотвращает различные осложнения (разрушение стенок скважины, сальникообразование, прихваты колонн бурильных и обсадных труб, поглощения промывочных жидкостей и т.д.) возникающих при бурении геологоразведочных скважин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Басарыгин Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Бурение нефтяных и газовых скважин. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2002.
2. Назарова З.М., Косьянов В.А., Забайкин Ю.В. и др. Экономика геологоразведочных работ. М.: ООО «Оптимус», ООО «ИПЦ «Маска», 2018.
3. Под общей редакцией д.т.н., проф. Н.В. Соловьева. Бурение разведочных скважин. М.: Высшая школа 2007.
4. Зозуля В.П., Зозуля Н.Е. Магруппов А.М. Промывка скважин. Учебное пособие. Ташкент 2021, стр.-214-216.
5. Калинин А.Г., Ошкордин О.В., Питерский В.М., Соловьев Н.В. Разведочное бурение. М.: Недра 2000.
6. Леонов Е.Г., Исаев В.И. Гидроаэромеханика в бурении. М., «Недра» 1987 г.
7. Осипов П.Ф. Гидравлические и гидродинамические расчёты при бурении скважин. Учебное пособие. Ухта 2004.
8. Ганджумян Р.А., Калинин А.Г., Сердюк Н.И. «Расчеты в бурении». Справочное пособие. М. РГГРУ 2007.
9. Рузманов Ф. И., Ашуrow Б.Н. и др. Увеличение механической скорости при бурении скважин. Сборник статей. Международной научно-практической конференции (Россия). 2019. -№1.
10. Вадецкий Ю.В. Бурение нефтяных и газовых скважин. М.: ACADEMIA, 2003.
11. Ашуrow Б.Н, Умедов Ш.Х. Влияние промывочных растворов с применением смазочных добавок для предупреждения сальникообразования. ВЕСТНИК НУУз. 3/2, Ташкент 2022.
12. Умедов Ш.Х, Ашуrow Б.Н, Комилов Т.О. Исследования сальникообразования при бурении геологоразведочных скважин. Вестник НУУз. 3/2, Ташкент 2022.