

УДК 622

## ОБОСНОВАНИЕ И ВЫБОР СХЕМНОГО РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПРОМЫВКИ СКВАЖИН В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ

Козлов Р. Д., аспирант гр. ГПа-231, I курс

Амосов А. А., техник НИЛЦТПМСК

Научный руководитель: Хорешок А.А., д.т.н., профессор

Кузбасский государственный технический университет

имени Т.Ф.Горбачева

г.Кемерово

Процесс бурения сбоевых скважин сопровождается осаждением частиц разрушенной горной массы на забой и стенки скважин. Это вызвано неэффективным выносом горной массы из скважины и может привести к затруднению бурения [1]. Также, работа разрушающего инструмента становится не эффективной ввиду нагревания и ограниченного смазывания. Поэтому, одной из основных задач при бурении сбоевых скважин является определение способов промывки и расчет требуемого количества подаваемой жидкости.

Система орошения и промывки предназначена для обеспыливания, охлаждения режущего инструмента и выноса разрушенной горной массы из забойного пространства.

В данной работе процесс орошения не учитывается, так как пыль, образовавшаяся в процессе бурения не выходит в выработанное пространство, а в скважине не находятся горнорабочие.

Для подробного анализа и понимания системы в составе буробоечной машины БСМ потребовалось разработать классификацию различных способов промывки скважин, представленную на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема способов подачи жидкости для промывки

Одним из главных признаков в классификации выделяется система по наличию насоса. Существуют установки, которые работают без повышающего насоса, т. е. работают напрямую и также бывают системы с их наличием.

Для промывки скважины различают следующие виды рабочей среды: вода, водовоздушная смесь и сжатый воздух. Вода и воздух является самым дешевым средством для пылеподавления, охлаждения и промывки. Водовоздушную смесь необходимо подавать при помощи насоса, что усложняет систему. Сжатый воздух может иметь недостаточную степень охлаждения разрушающего инструмента, поэтому наиболее предпочтительным вариантом будет являться вода, которая подается из пожарного става.

В процессе бурения скважины с использованием системы промывки важными элементами являются буровой став и исполнительный орган. Одним из важных условий является правильное размещение оборудования, чтобы не мешать процессу удаления шлама при промывке скважины.

В данной работе предлагается рассмотреть несколько схем промывки, разработанных для внедрения в буросбоечную машину нового технического уровня.

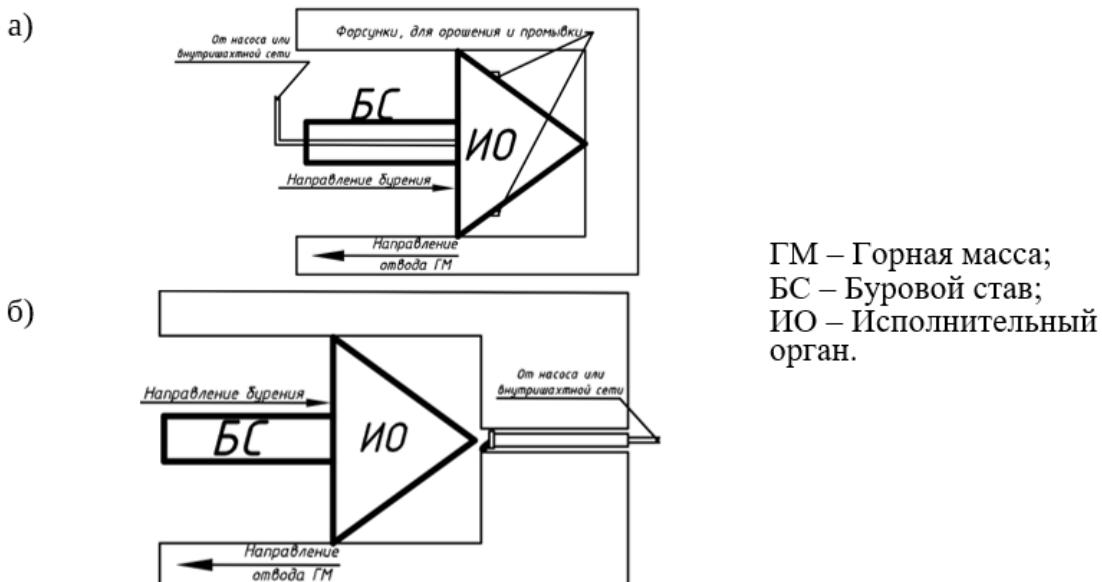


Рисунок 2 – Общая схема системы орошения и промывки: а – при подаче воды через буровой став; б – через пилотную скважину

При бурении разрушенная горная масса (рисунок 2, а) извлекается нагнетанием жидкости через буровой став и подачи ее через форсунки (при необходимости), при этом происходит орошение выработанного пространства. Если установка не предусматривает в своей конструкции насос для подачи жидкости, то подача воды осуществляется при помощи внутришахтной сети в том случае, если давления пожарного става будет достаточно. Буровой став выполнен полым, что обеспечивает возможность подачи воды для промывки в призабойную зону скважины [2].

На рисунке 2, б промывка осуществляется с помощью нагнетания жидкости через пилотную скважину шлангом от внутришахтной сети [3].

Промывка через трубку (рисунок 3) осуществляется специальным насосом. Жидкость в скважину поступает по спирали между стенками скважины, вымывая разрушенную горную массу и обеспечивает охлаждение разрушающего инструмента.

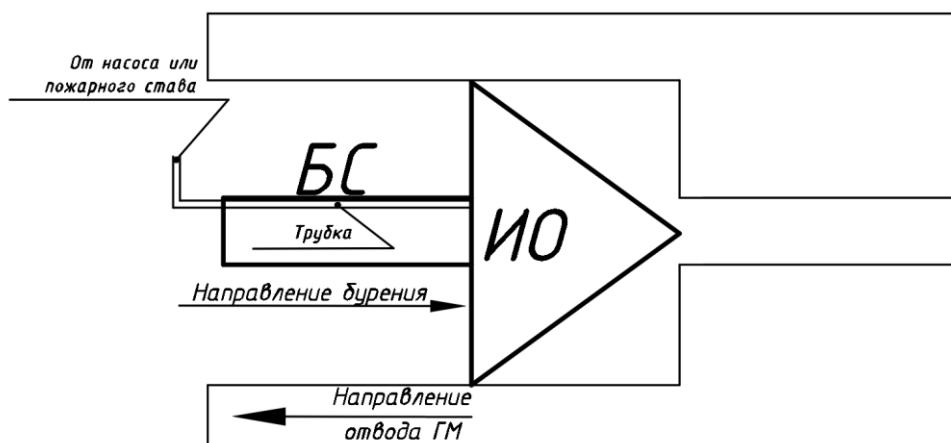


Рисунок 3 – Схема промывки с помощью трубы

Промывка таким способом осуществляется путем нагнетания воды пожарным ставом. Вода подается с пожарного става под давлением 0,6–1,5 МПа. Наличие повышающего насоса в установке не требуется, так как давления пожарного става будет достаточно чтобы подать воду на требуемое расстояние при бурении наклонных и горизонтальных скважин. Такое решение упрощает конструкцию установки и не требует больших затрат на покупку дополнительных узлов. Тем самым соблюдаются требования по массогабаритным размерам установки и по количеству подаваемой жидкости.

Эффективность данного способа заключается в рациональной подаче воды и предотвращает возможность затопления забоя при этом охлаждая разрушающий инструмент и обеспечивая вынос буровой мелочи.

Для того чтобы выбрать схему промывки, необходимо провести приблизительный расчет параметров, которые позволяют оценить и выбрать систему промывки для дальнейшего внедрения в буросбоечную машину.

Параметры, используемые для расчета представлены в таблице 1.

Таблица 1. Необходимые параметры для расчета промывки скважины

Параметр	Значение
Давление шахтного насоса, МПа	0,6 – 1,5
Длина транспортирования, м	40
Внутренний диаметр бурового става, м	0,075
Диаметр скважины, м	1,3
Внутренний диаметр трубы, м	0,03
Расход воды л/т	20

Первоначальным измеряемым параметром является объем скважины. Полученное значение позволит узнать, какое количество разрушенной горной массы будет извлекаться.

Объем скважины определяется по формуле:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \cdot L \quad (1)$$

где  $d_1$  – диаметр скважины,  $V_1$  – объем скважины

$$V_1 = \frac{3,14 \cdot 1,3^2}{4} \cdot 40 = 53,066 \text{ м}^3$$

Затем, рассчитан объем смеси по буровому ставу и трубке, подаваемой в скважину.

Объем  $V$  смеси определяется по формуле [4]:

$$V = \pi \cdot d^2 \cdot \frac{L}{4}, \text{ м}^3 \quad (2)$$

где  $d^2$  – внутренний диаметр става,  $L$  – длина транспортирования.

По буровому ставу:

$$V = 3,14 \cdot 0,075^2 \cdot \frac{40}{4} = 176,625 \text{ л}$$

По трубке:

$$V = 3,14 \cdot 0,03^2 \cdot \frac{40}{4} = 28,26 \text{ л}$$

Чтобы сравнить значения скорости жидкости, проходящей через буровой став и трубку, проходящую внутри става, необходимо провести расчет по формуле скорости потока смеси.

Скорость потока смеси определяется по формуле:

$$v = \frac{q}{\pi \cdot \frac{d^2}{4}} \quad (3)$$

где  $q$  – расход смеси в  $\frac{\text{л}}{\text{т}}$ , принимаемый по ГОСТ Р 57071 – 2016 [1];

$d$  – внутренний диаметр.

Скорость потока смеси в буровом ставе:

$$v = \frac{20}{3,14 \cdot \frac{0,075^2}{4}} = 4,53 \text{ м/с}$$

Скорость потока смеси в трубке:

$$v = \frac{20}{3,14 \cdot \frac{0,03^2}{4}} = 28,3 \text{ м/с}$$

В ходе исследования было выявлено, что для промывки скважин требуется обоснованное решение выбора системы в составе буросбоечной машины, так как промывка скважин будет зависеть от процесса бурения и от геологических условий скважины. Из представленных выше схем промывки наиболее эффективным способом промывки является подача жидкости через трубку, т. к.

при данном способе не требуется наличие повышающего насоса в конструкции машины, следовательно, исключается необходимость изменения конструкции и увеличение массогабаритных размеров БСМ [5].

Исследование выполнено при финансовой поддержке государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (№ 075-03-2024-082-2).

**Список литературы:**

1. Mendebaev T.N. Hydro-mechanical drilling of wells / T.N. Mendebaev, N.Z. Smashov, ZH.K. Nurkhanova // Neft i Gaz. – 2023. – Т. 132. – С. 48-63.
2. Guided Auger Boring with the Akkerman Pilot Tube Guided Boring System - How it Works. – 2020.
3. Epiroc Easer L. Mobile raiseboring machine for medium to large size drifts [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.epiroc.com/en-gr/products/raiseboring/easer-l>.
4. Бабаян Э.В. Инженерные расчеты при бурении / Э.В. Бабаян, А.В. Черненко. – Москва: Инфра-Инженерия, 2016. – 440 с.
5. ГОСТ Р 57071-2016 Оборудование горно-шахтное. Нормативы безопасного применения машин и оборудования на угольных шахтах и разрезах по пылевому фактору - docs.cntd.ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200139411> (дата обращения: 21.03.2024).