DOI: 10.17117/na.2015.12.02.046

<http://ucom.ru/doc/na.2015.12.02.046.pdf>

Поступила (Received): 03.12.2015

**Васильев А.В., Белокоровкин С.А.
Анализ закономерностей распределения
скоростных потоков и давлений в зоне забоя по высоте
шарошечного долота при интенсификации промывки
эжектированием через отверстия в лапах**

**Vasiliev A.B., Belokorovkin S.A.
The distribution regularity analysis of high-speed flows
and pressures in the bottom hole area throughout the
roller-cone bit height while the ejection circulation
intensification through the leg holes**

Статья посвящена исследованию гидродинамических процессов, происходящих в призабойной зоне при использовании долот с эжекционной системой очистки скважин от бурового шлама. Экспериментальные исследования модельного долота диаметром 190,5 мм, проведенные на стенде ВолгоградНИПИнефть, показали, что эжекторы позволяют снизить величину давления на стенку скважины в области, соответствующей внутренней надшарошечной зоне долота, что позволяет снизить износ козырьков лап долота

Ключевые слова: долото, скважина, эжектор, промывочная жидкость, лапа, шарошка, насадка

Васильев Александр Викторович
Кандидат технических наук, доцент
Российский государственный университет нефти
и газа им. И.М. Губкина
г. Москва, Ленинский просп., 65

Белокоровкин Сергей Александрович
Аспирант
Самарский государственный технический
университет
г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

The article investigates the hydrodynamic processes occurring in the bottom zone by using drill bit with ejection purification system of holes from drill cuttings. Experimental studies of 190.5 mm diameter drill bit held at the stand VolgogradNIPIneft showed that the ejectors can reduce the pressure on the borehole wall in the area corresponding to the inner zone of drill bit, thereby reducing wear of visors paws of drill bit

Key words: drill bit, borehole, ejector, fluid, arm, cone, nozzles

Vasiliev Alexander Viktorovich
Candidate of Engineering Sciences, Associate
Professor
Russian state university of oil and gas named I.M.
Gubkin
Moscow, Leninsky ave, 65

Belokorovkin Sergey Alexandrovich
Graduate
Samara state technical university
Samara, Molodogvardeyskaya st., 244

Среди множества факторов, влияющих на повышение эффективности работы шарошечного бурового инструмента, наряду с совершенствованием

вооружения и повышением стойкости опорных узлов, является улучшение системы очистки скважины. Знание гидродинамических процессов, происходящих в призабойной зоне, позволяет определять степень и интенсивность очистки забоя и долота от бурового шлама, а, следовательно, и эффективность той или иной схемы промывки.

Многочисленные теоретические и экспериментальные исследования гидродинамических процессов достаточно полно отражают общую картину распределения скоростных потоков и давлений в призабойной зоне и вдоль стенки скважины. По мнению большинства исследователей на эффективность очистки скважины влияют: объем и скорость промывочной жидкости, подаваемой на забой, схемы и конструкции промывочных устройств (их гидравлическое совершенство, количество, высота, место расположения и угол наклона относительно плоскости забоя) и др. [2,3].

Одним из путей повышения эффективности очистки призабойной зоны, при бурении шарошечными долотами, является использования эжекционных систем (рис.1).

1. сменная втулка; 2. винт крепления; 3. подводящий патрубок;
4. сменная насадка; 5. узел крепления подводящих патрубков; 6. боковая насадка

Рис. 1. Схема долота для экспериментальных исследований

В связи с этим были проведены исследования закономерностей распределения скоростных потоков и давлений в зоне забоя по высоте шарошечного бурового долота при интенсификации промывки эжектированием через отверстия в лапах [1,2].

Моделирование гидравлических процессов, происходящих при промывке водой, производилось на стенде ВолгоградНИПИнефть при реальных скоростях истечения (70 – 120) м/с. При этом поддерживалось значение критерия Рейнольдса в пределах $(0,49-2,4)10^6$, что охватывало весь диапазон расхода при бурении долотами диаметром от 190,5 до 393,7 мм.

В ходе подготовки к эксперименту, выбранное в качестве модели серийное гидромониторное долото диаметром 190,5 мм претерпело некоторые изменения. Отличительной особенностью экспериментального долота стало то, что все элементы его гидравлической системы были выполнены разборными и сменными [1].

С целью реализации этих условий, в лапах серийного долота; были выполнены отверстия большого диаметра, куда вставлялись втулки 1 (рис.1) с заранее заданными диаметром внутреннего канала. Втулка была выполнена из металла, не подвергающегося коррозии в воде. От поворота, выпадения и сдвига втулка 1 предохраняется стопорящим винтом 2.

Боковые насадки 6 выполнены быстросъемными с различной длиной и различным внутренним диаметром, при сохранении их гидравлического совершенства [1].

Подвод промывочной жидкости к отверстиям в лапах долота осуществлялся при помощи патрубков 3, выходной конец которых снабжался сменными насадками 4. Насадки выполнялись с различным внутренним диаметром и различной длины и герметично крепились к патрубкам с помощью клея.

Патрубки, в свою очередь, выполнялись с различным углом наклона к стенке скважины и крепились в стакане 5, для чего в долоте было выполнено сверление. Патрубки вставлялись в отверстие в дне стакана и через уплотнения закреплялись специальными цилиндрическими гайками.

Симметричность осей насадок 4 и втулок 1 достигалась вращением стакана 5 по резьбе в корпусе долота, с последующей фиксацией положения контргайкой.

Таким образом, долото (рис.1) обеспечивало возможность проведения исследования при различных схемах и конструкциях промывочных устройств.

При изучении влияния схем промывки за основную была принята – боковая периферийная схема промывки с тремя насадками.

Измерения проводились по всей призабойной зоне, включая внутреннюю надшарошечную область.

В ходе исследований определились скорости и давления потоков в зонах забоя, стенки скважины и во внутренней надшарошечной зоне долота.

На (рис.2.1), где: r – расстояние точки замера от центра забоя скважины; R – радиус соответствующего долота; V – скорость поперечного потока промывочной жидкости в точке забоя; V_H – скорость истечения промывочной жидкости из насадки долота, представлена картина скоростей потоков вдоль забоя

скважины для схемы промывки с тремя, боковыми насадками и эжектирующим устройством. В отличие от схемы промывки без эжектора [1] поперечные потоки жидкости при данной схеме подходят ближе к центру скважины. Только в центре забоя скорость потоков падает до нуля. Это подтверждается и непосредственными измерениями скорости потоков промывочной жидкости (рис.2.1). Потоки промывочной жидкости имеют при данной схеме промывки с эжектированием большую скорость вдоль всего забоя, а минимум скорости расположен ближе к центру забоя, чем при аналогичной схеме без эжектора (на том же рис.2.1). Это может быть объяснено только интенсивным выходом промывочной жидкости из этой, ранее застойной зоны, во внутреннюю надшарошечную область долота. Общее увеличение скорости можно объяснить тем же.

1-1 – без эжектора; 1-2 – с эжектором;
2 – схема направлений потоков в точках измерений скорости

Рис. 2. Изменение максимальной величины скорости потоков промывочной жидкости по радиусу забоя для долота с тремя боковыми насадками и эжекторами

Преимущество схемы промывки с эжектором подтвердили и исследования изменения величины давления вдоль забоя скважины. Падение величины давления на забой характерно для этой схемы промывки с эжекторами. Наибольшее падение этого давления, в среднем на 5% от P_d (динамического давления), отмечалось в проемах с работающими насадками.

При схеме промывки с тремя боковыми насадками и эжекторами повышение давления в центре забоя не наблюдается, т.е. при взаимодействии струй из насадок в центре забоя зоны застоя промывочной жидкости не возникает, что приводит к улучшению условий отделения частиц породы вооружением шарошки и, таким образом, снижению аномального износа вершины шарошки.

Кардинально изменилась (при схемах промывки с эжекторами) картина движения промывочной жидкости вдоль стенок скважины (рис. 3.2).

Основное движение жидкости, в отличие от схем промывки без эжекторов [1], при данной схеме промывки осуществляется по проемам между лапами, а на высоте отверстий в лапах – через эти отверстия в кольцевое пространство. Полностью исключено движение промывочной жидкости вдоль спинок лап до высоты отверстий в них.

1 – величина скорости при различных положениях измерения;
2 – схемы распределения скоростных потоков вдоль стенки

Рис. 3. Изменение скорости промывочной жидкости вдоль стенки скважины для долота с тремя боковыми насадками и эжекторами

Измерения скоростей потоков промывочной жидкости вдоль стенок скважины при схеме промывки с тремя боковыми насадками (рис. 3.1) подтвердили полученную визуальную картину. Если при схеме без эжекторов скорость вдоль спинки лапы почти по всей высоте долота отличается от нуля, т.е. поток промывочной жидкости вместе со шламом шел вдоль спинки лапы, способствуя ее износу, то при схеме промывки с эжекторами до высоты лапы равной 0,46 высоты долота скорость потока равна нулю, что предотвращает движение шлама вдоль козырька лапы долота, который наиболее подвержен износу при попадании в эту зону шлама. Для всех других положений долота ($30^\circ, 60^\circ, 90^\circ$) наблюдается возрастание скорости подъема. Отрицательное воздействие потока жидкости из боковых насадок, заметное для них при схемах промывки без эжекторов, снижается, а с увеличением высоты нейтрализуется воздействием эжекторов. Это характерно даже для положения 60° , где от 0,45 высоты долота направление скорости движения промывочной жидкости меняется на положительное, т.е. движение осуществляется вверх в кольцевое затрубное пространство.

На (рис.4) представлены результаты измерения давления вдоль стенки скважины при схеме промывки с тремя боковыми насадками и эжекторами, где: $P_{СК}$ – давления на стенки скважины, P_{II} – величина противодействия.

1 – величина давления на стенку скважины при различных положениях измерения;
2 – изменение площади сечения свободного пространства призабойной зоны по высоте долота

Рис. 4. Изменение величины давления вдоль стенки скважины для долот с тремя боковыми насадками и эжекторами

По сравнению с аналогичными измерениями для схем промывки без эжекторов [1] отмечается снижение величины давления на стенку скважины в области, соответствующей внутренней надшарошечной зоне долота (высота

измерения 0,45 – 0,8 высоты долота, положение измерения 60°), что объясняется понижением давления в надшарошечной зоне под действием работающих эжекторов.

Для положения измерения 0° характерно давление на стенку близкое к давлению столба жидкости над забоем и местное увеличение его в зоне действия на стенку скважины потока промывочной жидкости из отверстия в лапе долота. Таким образом, если при схеме промывки без эжекторов у забоя скважины за лапой долота существовала зона повышенного давления от взаимодействия потоков промывочной жидкости из соседних проемов, то при работающих эжекторах такое взаимодействие исключается, т.к. большая часть этих потоков эжектируется вверх от забоя и их взаимодействие за лапой значительно снижается.

Таким образом, проведенные исследования позволили выявить закономерности распределения скоростных потоков и давлений в зоне забоя по высоте шарошечного бурового долота при интенсификации промывки эжектированием через отверстия в лапах.

Список используемых источников:

1. Васильев А.В., Сериков Д.Ю. Совершенствование схем промывки шарошечных буровых долот. М.: Нефть и газ, 2015.
2. Гусман А.М. Исследование процесса выноса шлама из призабойной зоны при различных схемах промывочных устройств шарошечных долот. Автореферат кандидатской диссертации. М., 1973.
3. Матюшин П.И. Влияние шлама на разрушение породы и механизм очистки забоя скважины при бурении шарошечными долотами. Автореферат кандидатской диссертации. Уфа, 1972.

© 2015, Васильев А.В., Белокоровкин С.А.
Анализ закономерностей распределения
скоростных потоков и давлений в зоне забоя по
высоте шарошечного долота при интенсификации
промывки эжектированием через отверстия в
лапах

© 2015, Vasiliev A.B., Belokorovkin S.A.
The distribution regularity analysis of high-speed
flows and pressures in the bottom hole area
throughout the roller-cone bit height while the
ejection circulation intensification through the leg
holes