

УДК 622.24.051.001.5

И. А. Ососов, инж., **Ю. Е. Будюков**, докт. техн. наук.;
В. И. Власюк, докт. техн. наук.; **В. И. Спирин**, докт. техн. наук.

*Открытое акционерное общество «Тульское научно-исследовательское
геологическое предприятие», г. Тула, Россия*

РАЗРАБОТКА АЛМАЗНЫХ КОРОНОК С ГРЕБЕНЧАТОЙ ФОРМОЙ РАБОЧЕГО ТОРЦА ДЛЯ БУРЕНИЯ НАПРАВЛЕННЫХ СКВАЖИН

The results scientific research and experiment construction works on creation diamond bits for the directed drilling of hole are described. Is shown, that performance diamond bits with the edge form of a working end face and arrangement of tops of crests on curve of equilibrium deterioration, causes a high level of mechanical speed of drilling, increase wear mechanism diamond bearing of a matrix and decrease of intensity of a curvature of hole.

The results of industrial tests new diamond bits for drilling the hole are given.

Исследованиями, проведёнными в ОАО «Тульское НИГП» (до 02.04.2007 г. ФГУ-НИГП «Тульское НИГП», сокращенно — ТулНИГП) установлено, что применение коронок с концентрическими круговыми канавками и выступами на торце позволило существенно повысить скорость бурения при сравнительно небольших удельных нагрузках, что обеспечило значительное повышение степени прямолинейности стволов скважин. Однако оставались неясными многие вопросы, связанные с выбором основных конструктивных параметров этих коронок. Поэтому была проведена серия дополнительных исследований, по результатам которых определены рациональные конструктивные параметры алмазного инструмента и разработано ряд технических решений на уровне изобретений, которые явились основой для совершенствования алмазных коронок с гребенчатой формой рабочего торца, преимущественно, для бурения направленных скважин снарядами со съёмными керноприемниками и в меньшей степени – для бурения одинарными колонковыми снарядами [1, 2].

В ТулНИГП установлено (РФ, а.с. № 1069476 от 22. 02.82), что в коронке с выступающими концентрическими элементами равномерное распределение нагрузок и их существенное снижение обеспечивается, когда породоразрушающие элементы выполнены переменной ширины по торцу матрицы, увеличивающейся от периферии к центру, при этом ширина породоразрушающих элементов и радиус их расположения связаны соотношением

$$t_1 \cdot r_1 = t_2 \cdot r_2 = \dots t_i \cdot r_i, \quad (1)$$

где t_1, t_2, t_i – ширина соответственно 1-го, 2-го, i -го ряда породоразрушающих элементов;

r_1, r_2, r_i – радиус расположения соответственно 1-го, 2-го, i -го ряда породоразрушающих элементов.

Благодаря такой форме рабочего торца при работе коронками происходит равномерное распределение работы трения по всем породоразрушающим элементам, поэтому коронка отрабатывается равномерно по всему профилю при высоком уровне механической скорости бурения и сохранении (благодаря этому и прямоугольной форме профиля рабочего торца) прямолинейности ствола скважины.

В конструкции импрегнированной коронки ТулНИГП (РФ, а.с. № 2169249), содержащей корпус и алмазосодержащую матрицу с прямоугольным профилем и выступающими несколькими рядами концентрическими породоразрушающими элементами переменной ширины, в отличие от вышерассмотренной коронки, учтено оптимальное соотношение концентрации алмазов в алмазном слое каждого ряда к площади рабочего торца такого ряда, что обуславливает более

высокий ресурс этого инструмента при эксплуатации в анизотропных породах и уменьшение интенсивности искривления скважины.

В отличие от рассмотренных, в алмазной импрегнированной коронке ТулНИГП (РФ, а.с. № 1040850, рис. 1), включающей: корпус 1 и алмазосодержащую матрицу 2 с концентрическими гребнями 3 и промывочными пазами 4, вершины гребней расположены на вогнутой кривой, описываемой уравнением

$$y = f(R) = 0,5R_e \left[\frac{R \cdot V}{R_e^2} - 1_n(R+V) + 1_n R_e \right], \quad (2)$$

где R и R_e – текущий и внутренний радиусы коронки соответственно;

$$V = (R^2 - R_e^2)^{1/2}.$$

При этом высота гребня h составляет $0,5 \div 0,7$ ширины b его основания.

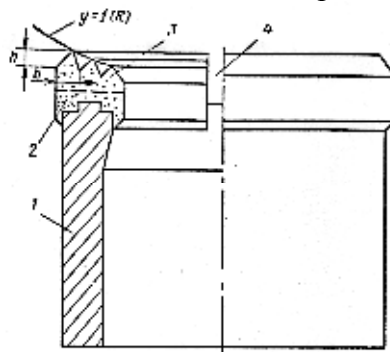


Рис 1. Алмазная импрегнированная коронка.

При бурении предлагаемой коронкой под воздействием осевой нагрузки и крутящего момента горная порода эффективно разрушается. Промывочная жидкость поступает внутрь корпуса коронки 1, омывает концентрические гребни 3 матрицы 2, подхватывает разрушенную на забое породу (шлам) и выносит её через пазы 4 на поверхность. Форма профиля матрицы, описываемая кривой по уравнению $y = f(R)$, обеспечивает при бурении равномерное распределение вдоль радиуса коронки работы трения и равномерный износ алмазосодержащей матрицы, что обуславливает высокий уровень механической скорости бурения и снижение интенсивности искривления скважин и скорости заполирования алмазов.

Важное значение при алмазном бурении для увеличения производительности и уменьшения искривления скважин имеет повышение эффективности разрушения коронкой горной породы забоя.

Поэтому в ТулНИГП предложена (РФ, а.с. № 1609939) коронка, включающая корпус и алмазосодержащую матрицу, разделенную промывочными пазами на рабочие сектора, торцы которых имеют форму многорядной гребёнки с продольными, параллельными друг другу выступами. Один из секторов смещен по высоте в сторону присоединительной резьбы, а его выступы расположены по спирали, передняя часть которых совмещена в плане с окончанием выступов предыдущего сектора, а замыкающая часть смещена в сторону периферии матрицы и совмещена в плане с началом смежного гребня последующего сектора.

На рис. 2 изображена данная коронка в плане, на рис. 3 – приведено сечение А–А.

Коронка включает корпус 1 с присоединительной резьбой 2, матрицу, разделенную промывочными пазами 3 на рабочие сектора 4, торец которых выполнен в виде многорядной гребенки с параллельными гребнями 5 и впадинами 6.

Один из секторов 7 смещен в сторону присоединительной резьбы 2 и выполнен со спиральными впадинами 8 и выступами 9, передняя часть 9а которых совмещена по радиусу с окончанием выступа гребней 5 предыдущего сектора 4, а замыкающая часть 9б смещена в сторону периферии матрицы и совмещена с началом смежного выступа гребня 5 последнего сектора. Сектор 7, смещенный относительно других секторов 4 по высоте, выполняет функ-

ции скальвателя, а спиральные выступы 9 обеспечивают перекрытие концентрических впадин 6 между выступами гребней 5 остальных секторов.

Коронка работает следующим образом. При вращении бурового инструмента забой скважины разрушается за счет резания горной породы алмазосодержащими гребнями 5 рабочих секторов 4 по кольцевым бороздам, между которыми остаются выступы. После того, как коронка углубится на величину смещения по высоте сектора 7, скальвающего породу, спиральные гребни 5 последнего встречают выступы породы боковой поверхностью гребня и за счет полного перекрытия впадин 6 между двумя гребнями 5 предыдущего рабочего сектора 4 производят скальвание породного выступа и последующую транспортировку разрушенной породы по спиральным впадинам в затрубное пространство.

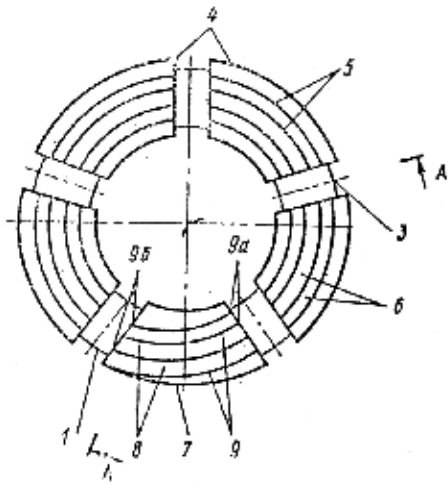


Рис. 2. Алмазная коронка (горизонтальная проекция).

В результате происходит эффективное истирающее-скальвающее разрушение породы на забое и создается высокая механическая скорость проходки, особенно при бурении коронками с большой площадью рабочего торца, например, при бурении снарядами КССК или другими двойными снарядами. При этом повышается стойкость коронки и сохраняется прямолинейность скважины.

К типу «гребенчатых» можно отнести алмазную коронку (РФ, а.с. № 1495427 от 30.05.86), предложенную ВИЭМС, ТулНИГП, СКБ ВПО «Геотехника» и ВНИИТС.

Алмазная коронка содержит корпус с рабочими узлами, торцовые и боковые поверхности которых армированы соответственно износостойкими вставками и калибрующими элементами. Она отличается тем, что с целью повышения эффективности работы и снижения интенсивности искривления скважин износостойкие вставки на торцовой поверхности всех рабочих элементов установлены концентрично и с радиальными зазорами одна относительно другой, при этом количество калибрующих элементов на наружной поверхности, по крайней мере, несколько рабочих узлов различно.

Предлагаемая схема сооружения этого породоразрушающего инструмента обеспечивает разрушение породы в режиме крупного скола, что значительно снижает энергоёмкость процесса разрушения. Это позволяет повысить проходку на породоразрушающий инструмент, механическую скорость бурения и сохранить направление скважины.

На основе вышеописанных технических решений в ТулНИГП были разработаны алмазные коронки К-41, К-45. Опытные партии этих коронок были испытаны в ПГО «Якутскгеология» и «Севзапгеология». Анализ данных производственных испытаний показал, что интенсивность искривления скважин при бурении коронками К-41, К-45, профиль которых описывается линией равновесного износа, уменьшается на 30–50 %. С помощью КССК с коронками К-41 и

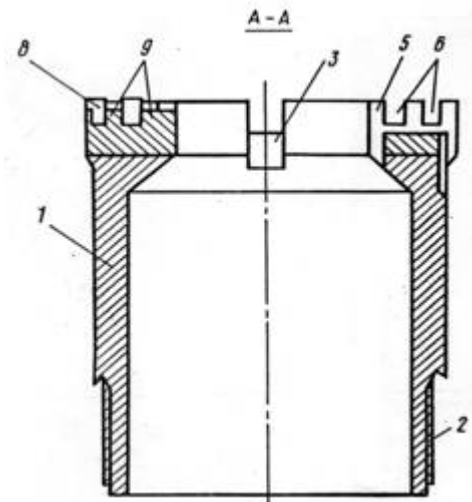


Рис. 3. Алмазная коронка (сечение А-А на рис.2).

новизны из ранее указанных технических решений по авторским свидетельствам также были использованы в ТулНИГП при разработке алмазных коронок с гребенчатой формой рабочего торца: К-75-3СВМ, К-75-4СВМ, К-95-3СВМ, КГ-76СВМ, КГ-59СВМ.

Впервые в отечественной практике алмазного бурения на двух геологических объектах ГРЭ «Бурятгеологоразведка» удалось провести производственные испытания алмазного инструмента ТулНИГП (коронки К-75-3СВМ; К-59-3СВМ; КГ-59СВМ), ЭЗТАБ, Геогидротехника и фирм «БОРТ-ЛОНГИР» и «АТЛАС-КОПКО» в идентичных условиях и сопоставить реальные результаты работоспособности инструмента [2] при бурении плановых направленных скважин.

При этом было установлено, что применение алмазного инструмента ТулНИГП при обеспечении значительного уменьшения искривления ствола скважины эффективнее по стоимости 1 м бурения по сравнению: а) с коронками фирм «БОРТ – ЛОНГИР» и «АТЛАС-КОПКО» почти в полтора раза; б) с коронками «Геогидротехники» и ЭЗТАБ в 1,4–1,5 раза соответственно.

Выводы

Проведенные исследования, опытно-конструкторские работы и производственные испытания позволяют рекомендовать снижение площади контакта алмазосодержащей матрицы в коронке за счет выполнения рабочего торца гребенчатой формы как один из путей интенсификации процесса разрушения породы, снижение мощности на разрушение единицы объема и скорости заполирования алмазов. При этом форма профиля матрицы, описываемая кривой по уравнению $y = f(R)$, обеспечивает при бурении равномерное распределение вдоль радиуса коронки работы трения и равномерный износ алмазосодержащей матрицы, что обуславливает высокий уровень механической скорости бурения и снижение интенсивности искривления скважин.

К-45 и специальных технологий подготовки этого инструмента осуществлялось бурение при разведке глубоких горизонтов одного из полиметаллических месторождений Алтын-Топканского рудника. С помощью этого инструмента удалось пробурить самую глубокую скважину в этом регионе № 736 глубиной 1760 м и решить поставленную задачу по приросту запасов свинцово-цинковой руды. Отдельные элементы В ТулНИГП разработан ряд технических решений на уровне изобретений, применение которых было осуществлено в конструкциях алмазного инструмента для бурения снарядами со съемными керноприемниками и одинарными колонковыми снарядами.

Применение коронок конструкции ТулНИГП К-41; К-45; К-75-3СВМ; К-75-4СВМ; К-95-3СВМ; КГ-76СВМ; КГ-59СВМ при бурении плановых направленных скважин в производственных условиях позволило при обеспечении значительного уменьшения искривления ствола скважин существенно снизить стоимость 1 м бурения по сравнению с использованием лучших отечественных и зарубежных аналогов.

Литература

1. Власюк В. И., Будюков Ю. Е., Горшков Л. К., Осецкий А. И., Рябчиков С. Я., Спирин В. И. Новые технологии в создании и использовании алмазного породоразрушающего инструмента. – М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2002. – 140 с.
2. Будюков Ю. Е., Власюк В. И., Спирин В. И. Алмазный инструмент для бурения направленных и многоствольных скважин. – Тула: «Гриф К», 2007. – 176 с.

Поступила 03.07.07