

А.С. Громадский, А.А. Хруцкий

ПЕРСПЕКТИВЫ СНИЖЕНИЯ ИЗНОСА ШТЫРЕВОГО БУРОВОГО ИНСТРУМЕНТА

Розглянуто результати дослідження зносу лезвийного бурового інструменту. Проаналізовано результати експериментальних досліджень і промислових випробувань штырьових коронок з погляду підвищення їх зносостійкості. Визначено напрями і поставлено завдання подальших досліджень зносу штырьового породоруйнуючого інструменту.

Рассмотрены результаты исследования износа лезвийного бурового инструмента. Проанализированы результаты экспериментальных исследований и промышленных испытаний штыревых коронок с точки зрения повышения их износостойкости. Определены направления и поставлены задачи дальнейших исследований износа штыревого породоразрушающего инструмента.

In the article the research results of drill bits wear are considered. The results of experimental researches and industrial tests of button bits are analysed from point of increase of their wearproofness. Directions are certain and the tasks of further researches of wear of button bits for DTH hummers are put.

В настоящее время на шахтах Кривбасса в основном применяются системы подэтажного обрушения с отбойкой руды взрывными скважинами. Одним из путей уменьшения сроков отработки блоков при применении этих систем является сокращение времени обуривания рудного массива и повышение производительности буровых станков.

При бурении глубоких взрывных скважин станками НКР-100М, оснащенных погружными пневмоударниками с штыревыми коронками, время, затрачиваемое на вспомогательные операции и на замену буровых коронок составляет до 35% времени смены. Поэтому выявление резервов увеличения стойкости буровых коронок поможет найти пути к увеличению среднесменной скорости бурения, увеличению производительности труда при проведении буровых работ и снижению себестоимости добытой руды.

Изучением износа породоразрушающего инструмента для бурения шпуров занимались следующие исследователи Арцимович Г.В., Лукаш В.А., Мелашенко В.А., Шрейнер Л.А., Эпштейн Е.Ф. и др. В большинстве работ исследовался лезвийный инструмент. Следует отметить работу [1]. Основные результаты автора можно представить в следующем виде.

Коронка в процессе бурения проходит в абразивной и зашламованной среде значительный путь, в результате чего происходит интенсивный износ как лезвий коронки, так и ее отклонение от первоначального диаметра.

Интенсивность износа зависит от режимов работы коронки на забое скважины, энергии, передаваемой ею горной породе, физико-механических свойств горной породы и пути трения лезвий коронки и т.д. Как отмечает автор, основной износ лезвий происходит не столько за счет работы, затраченной на разрушение горной породы, сколько за счет истирания лезвий коронки о забой скважины. В процессе вращения коронки, ее лезвия находятся в прижатом со-

стоянии к забою скважины на протяжении около двух третей периода между двумя смежными ударами.

Во время бурения скважины, при прочих равных условиях, объем твердого сплава, расходуемого в процессе бурения, пропорционален величине затраченной работы. Наиболее интенсивно притупляются концы лезвий буровой коронки. Это вызвано неравномерным распределением сопротивления внедрению лезвия в массив горной породы.

Результаты, полученные автором, указывают на то, что потеря коронкой диаметра в процессе бурения происходит за счет интенсивного истирания о стенки скважины. Износ коронки по диаметру в значительной степени зависит от числа оборотов, причем это износ с изменением числа оборотов бурового става штанг в пределах от 19 до 76 об/мин изменяется по прямолинейному закону, хотя в процессе замеров и наблюдался значительный разброс данных.

Путь коронки, пройденный в процессе колебаний в призабойном пространстве, представляет путь трения боковой ее части о стенки скважины. Как видно из вышесказанного, величина этого пути измеряется в значительных пределах и зависит от величины осевого усилия.

Автор указывает, что боковая поверхность коронки истирается о стенки скважины как во время вращения, так и в процессе колебаний. Путь трения боковых частей лезвий в процессе вращения зависит от диаметра и от скорости вращения коронки. Путь трения лезвий коронки будет минимальным в том случае, если ее поворот на заданный угол будет осуществляться лишь в течение времени колебаний ее в призабойном пространстве между двумя смежными ударами. Путь трения, проходимый лезвиями коронки в процессе колебаний, зависит от величины осевого усилия и достигает 36-52 м у боковых поверхностей коронки и 18 м у периферийных частей ее лезвий за одну минуту работы пневмоударника.

Кроме пути трения лезвий коронки только в процессе вращения, лезвия также соприкасаются с забоем во время нанесения удара и в процессе выхода из углублений в породе. Наиболее интенсивный износ лезвия коронки происходит в процессе трения ее о забой скважины между смежными ударами под воздействием осевого усилия.

Время бурения одной коронкой до образования предельно допустимой площадки притупления и минимально допустимого зазора между корпусом пневмоударника и стенками скважины в значительной мере зависит от динамических процессов взаимодействия коронки с забоем скважины.

Уменьшения износа лезвий коронки по диаметру можно добиться за счет увеличения общей площади твердого сплава на этой части коронки (например за счет дополнительных впаек твердого сплава).

Как утверждает автор, наибольшая проходка на одну коронку достигается в том случае, если величина осевого усилия обеспечивает затухание колебаний коронки в призабойной зоне за время, равное 25-30% периода между двумя смежными ударами.

При оптимальном осевом усилии суммарный путь трения в процессе бурения боковых поверхностей коронки типа К-100В не превышает 45-50 м, а путь трения торцевых частей о забой скважины – 20 м за одну минуту работы пневмоударника при частоте ударов 1900 уд/мин и величине отскока 2-3 мм.

Как утверждает автор, выбор оптимальных режимов бурения обеспечивает увеличение износостойкости коронки на 17-30% в зависимости от крепости породы и снижает затраты времени на спускоподъемные и вспомогательные операции на 30-40 мин в течение смены.

Все выше сказанное относится к лезвийным буровым коронкам и требует уточнения в случае со штыревым инструментом.

Необходимо определить основные виды износа и конструктивные пути повышения износостойкости штыревых коронки для бурения скважин основываясь на результатах проведенных исследований.

Рассмотрев исследования по износу лезвийных коронки и основываясь на результатах промышленных испытаний [2], следует отметить, что основные виды износа лезвийных коронки характерны и для штыревых, а именно: повышенный износ периферийных штырей, износ всех штырей на рабочей поверхности коронки в результате трения при вращении и износ корпуса коронки по диаметру.

Следует отметить, что центральные штыри имеют значительно меньший износ, чем периферийные, поскольку износ от трения значительно меньше. На рис. 1 показан износ периферийных штырей диаметром 13 мм экспериментальной коронки после бурения 24 м скважины в породах крепостью 7-8 и 10-12 по шкале проф. М.М. Протождяконова.

На рис 1 показан износ штыря в профиль (поз. 1) и характер площадки притупления периферийных штырей (поз. 2). Видно, что площадка притупления периферийных штырей имеет не плоский, как у цен-

тральных штырей, а радиальный характер, поскольку контактирует сразу с двумя поверхностями – забоем и стенкой скважины.

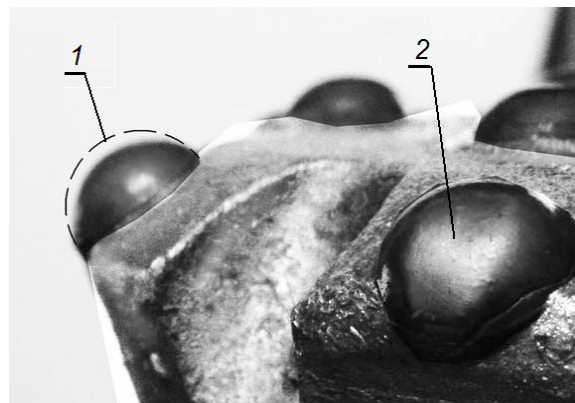


Рис. 1. Износ периферийных штырей: 1 – износ периферийного штыря в профиль; 2 – характер площадки притупления

Отсюда можно предположить, что основной вид износа твердого сплава зависит от трения о породу, а не от процесса соударения о породу, как и для лезвийного инструмента.

Еще одним фактором, влияющим на износ штыревых коронки и скорость бурения, является эффективность выноса шлама. При этом одной из основных проблем при удалении шлама является прижатость шлама к забою штырями и самим корпусом коронки.

В ходе выполненных исследований [3] было предложено следующее решение: на рабочей поверхности штыревой коронки выполняются специальные торцевые пазы, связанные с продувочными каналами и боковыми пазами (рис. 2).

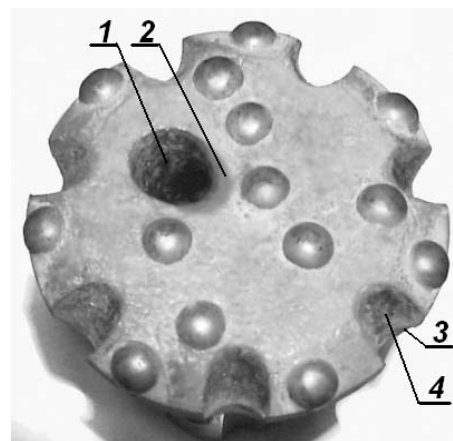


Рис. 2. Экспериментальная штыревая коронка: 1 – продувочный канал; 2 – торцевой паз, связанный с продувочным каналом; 3 – боковой паз; 4 – торцевой паз, связанный с боковым пазом

В этом случае уменьшаются зоны завихрений и увеличивается скорость потока продувочного агента. Кроме того, шлам оказывается меньше зажатым ме-

жду забоем и корпусом коронки и более эффективно выносятся из скважины продувочным агентом. Уменьшение количества абразива в призабойной зоне снижает скорость износа корпуса коронки 1,5-1,7 раза [3].

Так же как и лезвийные коронки, штыревые имеют износ корпуса по диаметру. Одним из путей уменьшения износа корпуса коронки от трения о стенки скважины, используемым зарубежными производителями бурового инструмента, согласно каталогам продукции [4, 5], является установка дополнительных радиальных цилиндрических штырей с плоской головкой перпендикулярно оси бурения.

Подобное решение было предложено фирмой AtlasCopco – коронка COP44, оснащенная параболическими штырями, размещенными на периферии рабочей поверхности [4] (рис. 3).

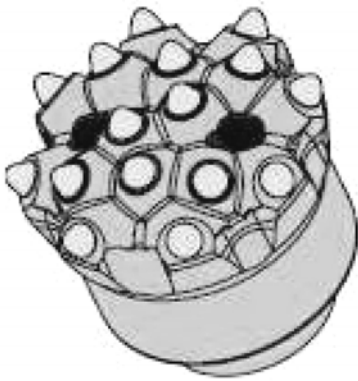


Рис. 3. Коронка COP44, предложенная фирмой AtlasCopco

В ходе исследований [3] была обнаружена еще одна возможность увеличения эффективности выноса шлама – увеличение отскока коронки после удара.

Известно из работы [1], что в реальных условиях при бурении гранитов крепостью 12 отскок составляет 1-2 мм при бурении лезвийной коронкой. При бурении руд крепостью 7-8 по шкале проф. Протождяконова на шахте “Родина” был проведен замер амплитуды вибрации на патроне станки НКР-100. Амплитуда составила 1,2-2 мм, что позволяет говорить о подобной величине отскока штыревой коронки.

Проведенными исследованиями [3] было установлено, что оптимальная величина отскока составляет 5 мм для диаметра скважины 110 мм и расхода воздуха 0,092 м³/с. В этом случае создаются наилучшие условия для удаления образовавшегося шлама из призабойной зоны.

Таким образом, установлено, что основными видами износа штыревых коронок для бурения скважин являются:

- износ твердого сплава от удара;
- повышенный износ периферийных штырей вследствие контакта сразу с двумя поверхностями;
- износ твердого сплава от трения о породу при вращении коронки;

– износ корпуса коронки по диаметру от трения о породу при вращении коронки.

– износ твердого сплава и корпуса коронки вследствие зашламованности забоя скважины.

Основными путями повышения износостойкости штыревых коронок могут служить:

1. Для увеличения эффективности выноса шлама на рабочей поверхности штыревой коронки выполняются специальные торцевые пазы, связанные с продувочными каналами и боковыми пазами.

2. Увеличение отскока коронки после удара даст возможность увеличить эффективность выноса шлама и уменьшить время контакта твердого сплава и породы, что, в свою очередь может снизить износ штырей от трения.

3. Установка дополнительных радиальных цилиндрических штырей с плоской головкой перпендикулярно оси бурения для уменьшения износа корпуса коронки от трения о стенки скважины.

Основными направлениями дальнейших исследований являются:

– уточнение результатов исследований лезвийного породоразрушающего инструмента применительно к штыревым коронкам;

– изыскание способов увеличения отскока коронки после удара и снижения износа от трения твердого сплава и корпуса коронки о забой и стенки скважины;

– разработка и исследование адекватной модели износа штыревых коронок для бурения, как шпуров, так и скважин;

– разработка и внедрение рекомендаций по снижению износа штыревых коронок для бурения скважин.

Список литературы

1. Мелашенко В.А. Исследование износа лезвийных коронок и режимов бурения взрывных скважин погружными пневмоударниками: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. техн. наук: спец. 05.05.06 «Горные машины» / В.А. Мелашенко. – Кривой Рог, 1978. – 20 с.
2. Хруцкий А.А. Буровой инструмент с повышенной эффективностью выноса шлама / А.А. Хруцкий // Качество минерального сырья. – Кривой Рог: КТУ, 2008. – С. 478-483.
3. Хруцкий А.А. Обоснование конструктивных параметров штыревых коронок улучшенного выноса бурового шлама: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. техн. наук: спец. 05.05.06 «Горные машины» / А.А. Хруцкий. – Кривой Рог, 2009. – 20 с.
4. Secoroc Rock Drilling Tools. Product catalogue – DTH equipment. – 2007. – 48 с.
5. Sandvik DTH tools. Product catalogue. – 2009. – 40 с.

Рекомендовано до публікації д.т.н. В.П. Франчуком 08.12.09