УДК 622.24

В.Г.ГОРЕЛИКОВ, *д-р техн. наук, профессор, v.gorelickov2010@yandex.ru*
ВУ ВАН ДОНГ, *аспирант, директор горно-геологоразведочной компании ВИНАКОМИН* (*СРВ*), *vudongvmg@ yahoo.com*
Санкт-Петербургский государственный горный институт (*технический университет*)

V.G.GORELIKOV, *Dr. in eng. sc., professor, v.gorelickov2010@yandex.ru*
VU VAN DONG, *post-graduate student, director VINACOMIN – Mining Geology Company* (*Vietnam*), *vudongvmg@ yahoo.com*
Saint Petersburg State Mining Institute (*Technical University*)

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ АЛМАЗНОГО БУРЕНИЯ ТВЕРДЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

Предлагается анализ видов износа алмазных коронок при бурении твердых и трещиноватых горных пород. Рассматриваются два преобладающих вида износа: механический и теплофизический. К механическому виду износа отнесены: канавки по торцу и боковой поверхности матрицы; трещины по телу матрицы; скол секторов матрицы и нормальный износ. К теплофизическому виду износа отнесен прижог алмазных коронок.

Ключевые слова: алмазные коронки, износ, технология бурения, горная порода.

ANALYSES OF TECHNOLOGCAL CHARACTERISTICS OF DIAMOND DRILLING OF HARD ROCK

The classification of different diamond bit types for drilling of jointed rock is offered. It is based on two predominant types of wear: mechanical and thermo physical. The facial and lateral on matrix body as well as cracks along the matrix body, spalling of the matrix sectors and normal wear are attributed to the mechanical type of wear. The proposed classification includes main types of wear at jointed rocks drilling and creates the grounds for the designing of rock-distributing tool more resistant to mechanical and thermo physical wear.

***Key words*:** diamond , wear, tehnologi drilling, hard rock.

Начиная с первых лет внедрения алмазного бурения, в России и за рубежом проведен значительный объем исследования по изучению механизма углубки скважины при алмазном бурении и совершенствованию алмазообережающей технологии бурения.

В результате имеется достаточно большой материал по исследованиям, которые включают изучение работы единичного алмаза (или одного сектора коронки), группы секторов, образующих матричные кольца алмазного породоразрушающего инструмента, различные модели работы алмазной коронки. Однако сложность механизма разрушения горной породы алмазным инструментом, в силу наличия множества факторов, оказывающих воздействие на этот процесс, существенно затрудняет расчет числа алмазов, находящихся в контакте с горной породой и осуществляющих процесс разрушения, объема межконтактного пространства пары «матрица-забой» и других параметров. Весьма затруднительно и проведение экспериментов по изучению механизма разрушения горных пород, в результате чего гипотезы, объясняющие работу алмазной коронки, носят достаточно противоречивый характер. В свою очередь, результаты таких исследований являются основой для разработки технологии приработки алмазных коронок, углубки скважины, а также для создания породоразру-

шающего инструмента, методов и технических средств для контроля процесса углубки скважины.

Существует ряд работ, посвященных экспериментальному определению фактического числа алмазов, контактирующих с горной породой как в стадии приработки, так и в процессе нормального режима бурения*. В основу экспериментов исследователями при этом закладывается метод отпечатков, при котором забой скважины рассматривается как идеально гладкая поверхность, а породоразрушающий инструмент- как шероховатое тело. В результате таких исследований установлено, что в начальной стадии приработки алмазной коронки с поверхностью забоя скважины контактирует ограниченное число алмазов, а именно: не более 20 % общего заложенного количества. С ростом нагрузки и по мере увеличения глубины внедрения алмазов в горную породу, число контактирующих алмазов увеличивается и достигает 70-80 % от общего количества объемных (торцевых) алмазов. Исходя из этого, приработку коронки предлагается выполнять постепенно в течение 17-18 минут, увеличивать частоту вращения и нагрузку на коронку.

В основе таких рекомендаций лежат следующие принципы:

– необходимость предохранять острые углы алмазов от скалывания и разрушения;

– углубка на алмаз (h) за один оборот алмазного породоразрушающего инструмента при его приработке должна составлять (1,0-1,5) 10^{-3} м.

Однако на практике (особенно при бурении твердых горных пород) при такой технологии приработки часто имеет заполирование алмазов. Поэтому существующая на практике технология приработки коронки отличается от рекомендаций. Так, например, переход к рабочим значениям частот вращения и нагрузок осуществляется уже через 2-3 мин. Расхождение между рекомендуемой и существующей технологией приработки, на наш взгляд, возникло по следующей, кроме других, причине. Для армирования коронок широко используются алмазы, прошедшие предварительную обработку (дробление, овализацию, полирование и др.). В результате обработки величина разновысотности в одной группе зернистости уменьшилась. С учетом этих изменений необходимо совершенствование теории приработки алмазных коронок. Развивая идею использования для управления процессом бурения критерия углубки за один оборот коронки, ряд исследователей предлагает рассматривать этот критерий как обобщенный показатель эффективности физических процессов, протекающих на забое. Однако в алмазных коронках на окружностях разных диаметров находится, как правило, не одинаковое число алмазов. Например, у коронок типа А4ДП-59 на первой окружности (первой линии резания, начиная от внутреннего диаметра) располагаются 24 алмаза, на второй – 28 алмазов, т.е. общая углубка алмазов на правой линии должна составить $24h$, а углубка алмазов на второй линии резания – $28h$. Таким образом, для объяснения процесса формирования забоя скважины и других физических процессов необходимо принимать условия на всех линия резания в контакте с горной породой одинаковое число алмазов. Практически, как показывают исследования, это маловероятно.

Совершенствование теории и углубки скважины невозможно без изучения механизма износа алмазных коронок. Так, при бурении в твердых и трещиноватых породах наиболее распространенными видами износа алмазных коронок являются механический и теплофизический износ. К теплофизическому износу относится заполирование и прижог, к механическому – канавки по торцу и боковой поверхности матрицы, скол секторов матрицы и нормальный износ. Анализ исследований показывает, что 15 % отработанных алмазных коронок отнимают-

---

* Спутник инженера-буровика / И.С.Афанасьев, П.П.Пономарев, В.А.Каулин. ВИТР. СПб, 2003. 640 с.

Guide drilling engineer / I.S.Afanasyev, P.P.Ponomarev. VITR. Saint Petersburg, 2003. 640 p.

Справочник по бурению геологоразведочных скважин. / И.С.Афанасьев, Г.А.Блинов, П.П.Пономарев и др. СПб.: Недра, 2000. 712 с.

Reference book of geological profecting well / I.S.Afanasyev, G.A.Blinov, P.P.Ponomarev. Saint Petersburg: Nedra, 2000. 712 p.

ся с дальнейшей эксплуатации из-за полирования алмаза и 10 % – из-за прижога. Кроме того, проявление этих форм аномального износа приводит к увеличения частоты спуско-подъемных операций (СПО), а в случае аварии в скважине при прижоге требуется значительные сроки на ее ликвидацию. Так как не всегда имеются условия для отработки заполированной коронки в более абразивных горных породах до полного ее износа, то часто приходится снимать коронку с работы преждевременно, что ведет к повышенному расходу алмазов. Кроме того, заполирование ограничивает область применения прогрессивных технических средств бурения. Так, при бурении комплексом ССК из-за заполирования алмазной коронки приходится преждевременно осуществлять подъем всей бурильной колонны, что снижает эффективность применения этого комплекса. Стремясь ликвидировать заполирование, бурильщик производит «заточку» коронки на забое скважины. Часто это приводит к прижогу алмазного породоразрушающего инструмента; прижог возникает и при бурении в твердых трещиноватых породах IX-XII категорий по буримости. В 50 % случаев прижог является причиной различных аварий в скважинах. Особенно часто прижог алмазных коронок имеет место при высокоскоростном бурении. Механизм возникновения прижога частично объясняется самозаклиниванием керна в матричном кольце коронки и в корпусе коронки. Заполирование и прижог как формы аномального износа связаны с технологией бурения и способом разрушения горной породы. При вращательном бурении механизм разрушения горной породы определяется, в первую очередь, частотой вращения и нагрузкой на породоразрушающий инструмент. В зависимости от этих параметров разрушение может иметь характер поверхностного истирания, усталостного или объемного разрушения. Наряду с этим существует ряд факторов и параметров (например, число алмазов, участвующих в разрушении горной породы; величина углубки алмазов; объем межконтактного пространства пары «матрица-забой»), которые также определяют механизмы разрушения горной породы, заполирования и прижога.

Второй аспект исследований механизма заполирования и прижога связан с изучением информативных признаков этих форм аномального износа и разработкой методов и технических средств для их автоматизированного контроля. Принимая во внимание сложность технологического процесса углубки скважины, быстротечность отдельных технологических ситуаций, значительные затраты времени на ликвидацию последствий заполирования и прижога бурильщик должен очень быстро обрабатывать поступающую к нему информацию о забойных процессах. В таких условиях он либо пропускает часть информации, либо неверно ее трактует, что затрудняет правильную оценку возникшей технологической ситуации.

Анализируя вышеизложенное, можно отметить, что актуальность решения поставленной проблемы связано с исследованием механизма углубки скважины, разработкой и внедрением в практику методов и технических средств для автоматизированного контроля форм аномального износа алмазных коронок.