

УДК 622.24

М. Ю. Насонов, В. Г. Гореликов, Ву Ван Донг

АНАЛИЗ И ВЫБОР КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ АЛМАЗНЫХ КОРОНОК

Для бурения скважин в твердых горных породах применяются алмазные коронки различной конструкции [1- 6]. В зависимости от места выполнения промывочных каналов все эти коронки можно разделить на три основные группы:

- 1) коронки с промывочными каналами, выполненными в матрице;
- 2) коронки с промывочными каналами, выполненными в матрице и в корпусе;
- 3) коронки с промывочными каналами, выполненными в корпусе.

Коронки с промывочными каналами, выполненными в матрице, в зависимости от геометрии промывочных каналов можно разделить на две подгруппы:

- а) коронки с прямоугольной формой секторов;
- б) коронки со скошенным промывочным каналом перед набегающей частью сектора.

Коронки с секторной матрицей и прямоугольной формой промывочных каналов (однослойные и импрегнированные) весьма эффективно работают при бурении твердых горных пород. Оптимальный режим работы таких коронок связывается с количеством шлама Q_3 , накапливающегося в межконтактном пространстве [3, 4]

$$Q_3 = \frac{31850 PRK}{m(a-h) \left[1 - \frac{K\beta P(t)}{800} \right] Tkb}, \quad (1)$$

где P – осевая нагрузка, Н; R – коэффициент, учитывающий характер разрушения горной породы, зависит от упруго-пластичных свойств горной породы; K – коэффициент разрыхления шлама; m – число секторов, шт.; a – среднее значение выпуска алмазов из матрицы, м; h – среднее значение толщины срезаемого слоя породы, м; K – относительная концентрация алмазов в объеме матрицы; β – коэффициент, определяющий содержание работоспособных зерен алмазов на поверхности инструмента; $P(t)$ – вероятность появления зерен алмазов в интервале их выпуска, равно внедрению алмазов в породу; T – твердость породы по Шрейнеру, Па; k – количество зерен алмазов, контактируемых с горной породой, шт.; b – средне-взвешенный кубический размер зерен алмазов, м³.

Анализ формулы (1) показывает, чем больше в коронке секторов, тем меньше под ними будет шлама и более эффективно будет работать коронка. Однако алмазные коронки, по геометрии удовлетворяющие условию (1), довольно часто снимаются с дальнейшей эксплуатации ввиду скалывания секторов. При бурении такими коронками монолитных твердых пород довольно часто воз-

никает заполирование алмазов, а как следствие ликвидации этой ситуации может развиваться прижог коронки. Это объясняется тем, что при кратковременном бурении «всухую» промывочные каналы заполняются шламом и невозможно восстановление циркуляции очистного агента (рис. 1).

Также при бурении такими коронками твердых трещиноватых горных пород имеет место несколько иной механизм образования шлама, при котором следует учитывать степень трещиноватости горных пород. Это объясняется особенностями механизма разрушения трещиноватых горных пород при алмазном бурении. При бурении этих пород образуется большое количество крупных частиц шлама.



Рис. 1. Алмазная коронка с промывочными каналами, перекрытыми шламом

Для шлама, образующегося при разрушении твердых пород, как правило, выполняется условие [5]

$$d_{ш} \leq d_3 - d_k,$$

где $d_{ш}$ – диаметр шлама, м; d_3 – внутренний диаметр матрицы алмазной коронки, м; d_k – диаметр столбика керна, м.

При бурении трещиноватых пород, в колонковом снаряде, формируются более крупные частицы шлама: от 0,005 м до 0,01 м. В целом, размер и количество образующегося шлама, в первую очередь, зависят от внутреннего диаметра колонковой трубы, диаметра столбика керна и параметров режима бурения. Влияние этого шлама на механизм самозаклинивания керна в колонковой трубе зависит от количества γ этого шлама, размещающегося в кольцевом зазоре в единицу времени [5]

$$\gamma = ml \cdot S \cdot t, \quad (2)$$

где m – масса шлама, кг; l – высота не сорванного столбика керна, м; S – площадь кольцевого зазора, м²; t – время нахождения шлама в кольцевом зазоре, с.

Существует критическое значение $\gamma_{кр}$. Если γ меньше критического значения, то шлам удаляется через промывочные окна алмазной коронки. Если γ больше критического, то шлам накапливается в кольцевом пространстве и приводит к самозаклиниванию керна.

Кроме того при бурении трещиноватых пород довольно часто возникает самозаклинивание керна в короночном кольце, в результате чего приходится выполнять расходку бурового снаряда.

Для уменьшения действия ударных нагрузок на набегающую часть секторов разработаны коронки со скошенными промывочными каналами перед набегающей частью сектора (рис. 2), коронки типа БИТ [3, 4]. Выполнение скошенных промывочных каналов позволяет уменьшить осевые нагрузки на коронку и за счет этого уменьшить ударные нагрузки.

Для уменьшения гидроабразивного износа набегающей части секторов коронка снабжена безалмазными пластинами из мягкого металла. Пластины устанавливаются на передней грани алмазосодержащих секторов.

Толщина пластин увеличивается в направлении к приварочному слою. Коронка такого типа имеет повышенную защиту от абразивного износа шламом.

Однако, при бурении в твердых трещиноватых горных породах наблюдается скалывание торцевых алмазов объемного слоя под действием ударных нагрузок, возникающих при прохождении алмаза через трещину.

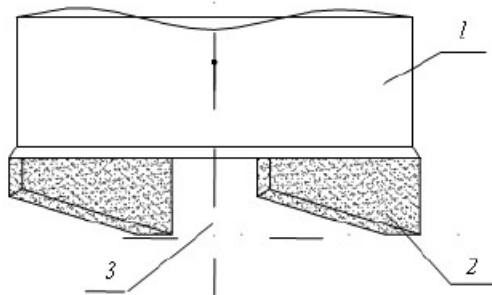


Рис. 2. Алмазная коронка со скошенными промывочными каналами:

1 – корпус коронки; 2 – сектор матрицы; 3 – промывочный канал

Количество (E) ударов может быть определено по формуле [1]

$$E = 2 n t W, \quad (3)$$

где n – частота вращения бурового снаряда, мин⁻¹; t – время бурения, с; W – показатель трещиноватости горных пород.

Для исключения этого недостатка предложены коронки аналогичной конструкции, в которых, для

улавливания выкальвывающихся из тела матрицы, из вязкого металла выполнено рифление, аналогичное рифлению на твердосплавной пластине. Сколотые алмазы, перемещаясь под торцом матрицы, доходят до твердосплавной пластины и накапливаются перед ней. Под действием осевого усилия алмазы внедряются в пластину из мягкого металла и продолжают дальше выполнять работу по разрушению породы. Предложенная модернизация повысила эффективность работы коронок в трещиноватых породах, но и в этих коронках не устранила скалывание секторов, возникновение самозаклинивания в корпусе коронки.

Для исключения самозаклинивания керна в работе [5] предложена алмазная коронка с подвижной втулкой в короночном кольце. В корпусе коронки выполнены дополнительные промывочные каналы. Внутри корпуса коронки размещена вращающаяся втулка, в которой выполнены аналогичные отверстия. Буровой шлам, попадая в пространство между столбиком керна и втулкой, замедляет ее вращение. При замедлении вращения втулки ее отверстия периодически совпадают с отверстиями в корпусе коронки и происходит выброс шлама в затрубное пространство, что предупреждает накопление шлама в коронке. Однако данная конструкция коронки не исключает скалывание секторов матрицы при ударных нагрузках, т.е. ей присущи ранее отмеченные недостатки для секторных коронок.

В результате анализа работоспособности алмазных коронок с прямоугольной формой промывочных каналов, выполненных в матрице можно отметить.

1. На работу алмазных коронок наиболее существенное влияние оказывают такие свойства горных пород, как их твердость и трещиноватость. С увеличением степени трещиноватости пород работоспособность коронок снижается из-за самозаклинивания керна и скалывания секторов матрицы.

2. Алмазные коронки с секторной матрицей не обеспечивают удаление шлама, образующегося в области короночного кольца на границе с матрицей, вследствие чего возникает самозаклинивание керна и прекращение циркуляции очистного агента, что в дальнейшем также приводит к прижогу коронки.

3. Для повышения эффективности работы алмазной коронки при бурении твердых и трещиноватых пород необходимо усовершенствование конструкции матрицы алмазной коронки и промывочных каналов, направленное на исключение скалывания секторов и самозаклинивания керна в коронке.

Для решения задачи, связанной с исключением самозаклинивания керна в короночном кольце алмазного породоразрушающего инструмента и скалывания секторов матрицы, рассмотрим вариант, в котором матрица выполняется сплошной, а

промывочные каналы в виде радиальных отверстий выполняются в корпусе коронки. Такие промывочные каналы должны обеспечивать эффективное удаление шлама крупностью 5-10 мм

удаляться через радиальные промывочные каналы. В случае самозаклинивания керна в короночном кольце или в матрице очистной агент будет беспрепятственно циркулировать через радиаль-

Диаметры дополнительных промывочных каналов

Диаметр коронки, мм		Наружный диаметр корпуса коронки, мм	Толщина стенки корпуса, мм	Диаметр керна, мм	Рекомендуемые значения диаметра дополнительных промывочных каналов, мм
Наружный	Внутренний				
46	33	44	5,5	31	5,0
59	44	57	6,5	42	6,0
76	60	73	6,5	58	6,0
93	76	90	7,0	73	7,0
112	95	109	7,0	92	7,0

из области короночного кольца и охлаждение матрицы. Для эффективного охлаждения матрицы должно выполняться условие [6],

$$d \leq (r_1 - r_2),$$

где d – диаметр промывочных каналов, м, r_1 , r_2 – наружный и внутренний радиусы короночного кольца, м. Известно, что максимальные размеры шлама (частиц разрушенного керна) могут составлять 5-10 мм, что соизмеримо с толщиной корпуса алмазных коронок. Следовательно, диаметр промывочных каналов должен быть максимально приближен к толщине корпуса коронки

$$d = r_1 - r_2. \quad (4)$$

Наличие дополнительных радиальных промывочных каналов в корпусе коронки, диаметр которых рассчитывается по формуле (5), будет способствовать увеличению проходки за рейс. Это объясняется тем, что шлам, образующийся в колонковой трубе и в области короночного кольца, будет

удаляться через радиальные промывочные каналы. В результате исключается необходимость выполнения операции «расходки» бурового снаряда. В тоже время выполнение матрицы в виде сплошного кольца существенно уменьшить вероятность скалывания ее элементов. Рекомендуемые значения радиальных промывочных каналов, выполняемых в корпусе алмазных коронок приведены в таблице.

Результаты проведенных исследований по совершенствованию алмазных коронок и определению диаметров дополнительных промывочных каналов, находящихся в корпусе алмазных коронок, позволяют исключить самозаклинивание керна в короночном кольце алмазного породоразрушающего инструмента и скалывание секторов матрицы, что значительно повышает надежность инструмента и увеличивает скорость бурения скважин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пономарев, П.П. Алмазное бурение трещиноватых пород. – Л.: Недра, 1985.
2. Башкатов, Д. П. Исследование влияния режима промывки на процесс образования фасок на алмазных импрегнированных коронках / Д. П. Башкатов, С. К. Кудайкулов // Применение синтетических алмазов в бурении: сб. науч. тр./ ВВИТР. – СПб, 1992. – С. 81–85.
3. Исонкин, А. М. Влияние размера секторов коронки на показатели ее работоспособности / А. М. Исонкин, Р. К. Богданов // Научно-технические достижения и передовой опыт в области геологии и разведки недр. – М.: МГП "Геоинформарк", 1992, – Вып. 11. – С. 45–48.
4. Чихоткин, З. Ф. Влияние конструктивных особенностей промывочного канала импрегнированной коронки на разрушение горных пород / З. Ф. Чихоткин, Р. К. Богданов, А. П. Загора // Совершенствование техники и технологии бурения скважин на твердые полезные ископаемые: межвуз. научн. сб. УГГТА: – Екатеринбург, 1996. – Вып. 19. – С. 68–78.
5. Кочкарев, А. В. Современное представление о механизме самозаклинивания керна. / А. В. Кочкарев, Д. Н. Башкатов – М.: ВИЭМС, 1987.
6. Мпезо Мавамбо. Исследование влияния конструктивных параметров алмазной коронки на ее работоспособность. // Записки Горного института. – СПб.: 2002, т. 152. – С. 133–134.

□ Авторы статьи:

Насонов
Михаил Юрьевич
докт. техн. наук., доцент, зав. каф. со-
противления материалов КузГТУ
Email: nmu.shsf@kuzstu.ru

Гореликов
Владимир Георгиевич,
докт. техн. наук, с.н.с., проф. каф.
механики (Санкт-Петербургский
государственный горный универси-
тет), т. (812) 3288282.

Ву Ван Донг,
аспирант каф. бурения
скважин (Санкт-Петербургский
государственный горный универси-
тет) т. (812) 3288282.