Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
т. LXXI, вып. 2, 1976 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ОПЫТНЫХ ОДНОСЛОЙНЫХ АЛМАЗНЫХ КОРОНОК ПРИ БУРЕНИИ С ПРОДУВКОЙ ВОЗДУХОМ

Л.К.ГОРШКОВ, Ю.Е.БУДЮКОВ

Значительное расширение объемов алмазного бурения выдвинуло новую область исследований, связанных с изучением характера работы алмазных буровых коронок в условиях возникновения высоких контактных температур, которыми характеризуется разрушение наиболее твердых горных пород и бурение с продувкой сжатым воздухом. Наиболее резко действие температурного фактора проявляется при бурении однослойными коронками, армированными относительно крупными алмазами. Обычно механизм разрушения горных пород однослойными алмазными коронками изучался без учета действия температурного фактора [

Главными особенностями процесса разрушения пород однослойными коронками являются возможность максимума механической скорости бурения как функции критической осевой нагрузки при постоянной частоте вращения снаряда и его отсутствие при частотах вращения, каждому значению которых соответствует определенное значение критической осевой нагрузки. Во многих же реальных процессах бурения однослойными алмазными коронками максимумы механических скоростей бурения при определенных значениях частот вращения снаряда проявляются достаточно отчетливо. Объясняется это тем, что по мере роста частоты вращения, а вместе с ней и величины забойной мощности, наступает момент, когда появляются термические деформации, приводящие к потере алмазами абразивных свойств. Несмотря на различия природы термических деформаций все они проявляются при одном условии – наличии высоких контактных температур. Поэтому при широком внедрении алмазного бурения необходимо учитывать действие температурного фактора.

В отечественной практике алмазное бурение с продувкой в основном еще вышло из стадии экспериментальных работ, поэтому объем этого вида бурения пока сравнительно небольшой. Главная причина – применение серийных коронок, предназначенных для бурения с промывкой и не приспособленных вследствие их конструктивных особенностей к условиям работы с высокими контактными температурами [2, 3]. Для иллюстрации можно привести данные замеров температуры нагрева матриц при бурении с продувкой [3] гранитов IX категории по буримости серийной однослойной коронкой МВ-I-59 и опытной коронкой МЦП-59:

	МВ-1-59	МЦП1-59
Режим бурения:		
осевая нагрузка, кгс	900	900
частота вращения, об/мин	237	237
Расход воздуха, норм.м^3/мин	3,5	3,5
Температура матрицы на высоте 1 мм от торца, ^{o}С	310	120
Механическая скорость бурения, м/ч	0,87	1,22

В Тульском отделении ЦНИГРИ и в ЛПИ проведены исследования, цель которых - создать специальные алмазные коронки для бурения с продувкой. В результате в 1972-1974 гг. разработана [1] однослойная алмазная коронка П-01-76, предназначенная для бурения по перемежающимся по твердости горным породам УП-IX категорий по буримости. Матрица коронки изготовлена из материала, обладающего повышенными теплопроводностью и износостойкостью.

Для изучения связи режимных параметров и работоспособности коронок П-01-76 проведены лабораторные и полевые испытания.

Лабораторные испытания проводили на стенде, оснащенном буровым станком СБА-500. Расход сжатого воздуха контролировался дифференциальным манометром ДП-410. Бурение осуществлялось по блокам гранодиорита с твердостью по Шрейнеру 415 кгс/мм^2. За базу сравнения принимались серийные однослойные коронки 01А4, наиболее близкие по конструкции опытным коронкам П-01-76. Частота вращения бурового снаряда составляла 104; 193; 281 и 377 об/мин; осевая нагрузка изменялась от 300 до 1000 кгс, расход сжатого воздуха составлял 4,5 норм.м^3/мин, что соответствует принятым нормам для коронок диаметром 59 и 76 мм. Наблюдениями установлено: изменение осевой нагрузки и частоты вращения снаряда в указанных пределах приводит к повышению механической скорости бурения с продувкой воздухом как опытными, так и серийными коронками (рис.1). Однако интенсивность роста механической скорости бурения

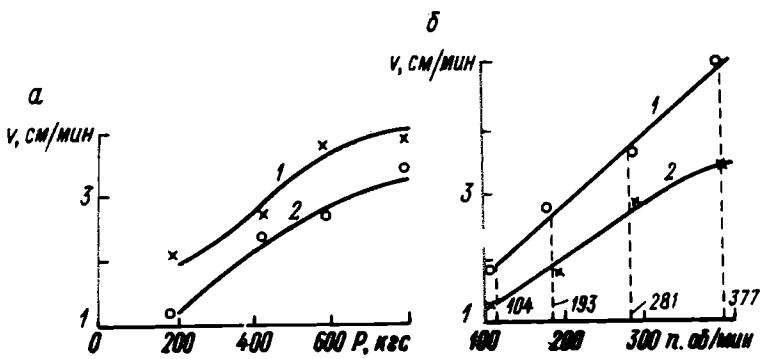


Рис.1. Механическая скорость бурения в зависимости от: а - осевой нагрузки; б - частоты вращения снаряда при бурении
1 - коронками П-01-76; 2 - коронками 01А4-76

при использовании опытных коронок П-01-76 значительно выше. Причем если для коронок П-01-76 зависимость механической скорости бурения от частоты вращения снаряда сохраняет прямолинейный характер, то для серийной коронки 01А4 в пределах изменения частоты вращения 281-377 об/мин наблюдается отклонение от прямолинейной зависимости (см. рис.1,б).

Износ торцевых алмазов опытных и серийных коронок при бурении с продувкой возрастает с увеличением частоты вращения снаряда. Характер этого возрастания различный: если при бурении стандартными коронками интенсивный износ алмазов начинается в интервале частот вращения 193-281 об/мин, то при бурении коронками П-01-76 в интервале 281-377 об/мин (рис.2). Следовательно, можно рекомендовать бурение коронками П-01-76 с продувкой воздухом на более высоких частотах вращения, чем серийными коронками.

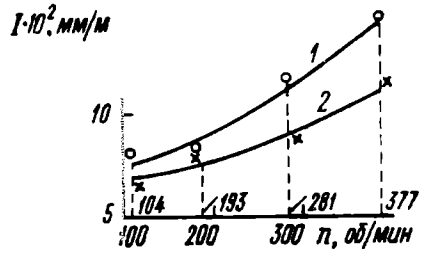


Рис.2. Зависимость износа алмазов от частоты вращения снаряда 1 и 2 - соответственно при бурении коронками П-01-76 и 01А4-76

В производственных условиях алмазные коронки П-01-76 испытывались при бурении скважин в Янской геологоразведочной экспедиции. Объекты разведки Янской ГРЭ характеризуются сложными горно-геологическими условиями, широким развитием устойчивой мерзлоты с высокой чувствительностью многолетнемерзлых пород к нарушению теплового режима. Отсюда вытекает ряд организационных трудностей и технологических осложнений при бурении с промывкой. Все это определило особый интерес к внедрению алмазного бурения с продувкой с использованием опытных коронок П-01-76, так как применение сжатого воздуха в качестве очистного агента в значительной мере способствует решению проблемы разведочного бурения в многолетнемерзлых породах.

В процессе производственных испытаний скважины бурились с помощью станков СБА-500, сжатый воздух подавался компрессорной станцией ДК-9М, а для его охлаждения использовался холодильник радиаторного типа. Горные породы на участках бурения были представлены осадочными отложениями УП-X категорий по буримости. Породы характеризовались повышенной трещиноватостью и наличием линз льда. За базу сравнения принимались однослойные коронки 04А3, имеющие наилучшие показатели при бурении с продувкой в условиях Янской ГРЭ.

При опытном бурении в породах IX категории по буримости исследован характер изменения механической скорости бурения в зависимости от изменения осевой нагрузки и частоты вращения снаряда. Анализ графиков (рис.3), построенных по хронометражным данным, показывает, что при бурении как опытными, так и серийными алмазными коронками с увеличением осевой нагрузки механическая скорость бурения возрастает, принимая максимальные значения при осевой нагрузке около 900 кгс. При бурении коронками П-01-76 наиболее интенсивное возрастание механической скорости наблюдалось при

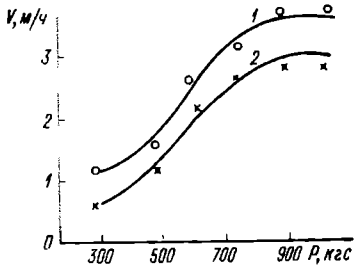


Рис.3. Изменение механической скорости в зависимости от осевой нагрузки при бурении с продувкой в полевых условиях
1 коронками П-01-76;
2 - коронками 04А3-76

осевых нагрузках от 500 до 700 кгс. Эти значения приняты за интервал рациональных осевых нагрузок при бурении опытными коронками по породам IX категории по буримости. Таким образом, при испытаниях подтверждено теоретическое положение С.Н.Тараканова [5] о наличии критических значений осевых нагрузок при бурении однослойными коронками.

При изучении зависимости механической скорости бурения от изменения частоты вращения снаряда установлены предельные значения частоты вращения снаряда, превышение которых ведет к повышенному износу алмазов: 377 об/мин для коронок П-01-76 и 281 об/мин для серийных коронок 04А3-76. Повышение допустимой частоты вращения у опытных коронок объясняется лучшими условиями их охлаждения, чем у серийных коронок.

Результаты испытаний коронок П-01-76 в Янской ГРЭ в сравнении с коронками 04А3-76:

	П-01-76	04А3-76
Число отработанных коронок	10	10
Усредненная категория по буримости	8,7	8,5
Средняя стойкость коронок, м	15,85	13,75
Средняя механическая скорость бурения, м/ч	1,83	1,68
Расход алмазов, карат/м	0,91	1,30

Таким образом, применение коронок П-01-76 при бурении с продувкой по сравнению с коронками 04А3-76 обеспечило повышение износостойкости на 15%, механической скорости бурения на 9%, снижение расхода алмазов на 44%, что способствовало росту производительности на 11% и снижению себестоимости бурения 1 м скважины на 20%.

Выводы

1. Подтверждено экспериментально теоретическое положение о наличии критических значений осевых нагрузок при бурении однослойными алмазными коронками.

2. Износ алмазов при бурении с продувкой по гранодиоритам повышается в случае превышения предельно допустимых значений частоты вращения снаряда. При этом повышение износа тем выше, чем менее приспособлена коронка к работе в условиях возникновения высоких контактных температур (1,30 карат/м для коронок 04А3-76 против 0,91 карат/м для коронок П-01-76).

ЛИТЕРАТУРА

Алмазная буровая коронка. – Авт. свид. № 424959. Бюлл. изобр., 1974, № 15. Авт.: Ю.Е.Будюков, Л.К.Горшков, Б.Б.Кудряшов, П.М.Степанов, Н.Н.Суманеев.

2. Будюков Ю.Е. Исследование и разработка специальных алмазных коронок для бурения геологоразведочных скважин. – Автореф. канд. дисс. Изд. ЛГИ, 1973.

3. Горшков Л.К. Исследование и нормализация теплового режима алмазных коронок при бурении с продувкой воздухом. – Автореф. канд. дисс. Изд. ЛГИ, 1968.

4. Тараканов С.Н. Физические явления при бурении твердых пород и уточнение формулы скорости проходки, предложенной Е.Ф.Эпштейном. – Зап. ЛГИ, 1973, т. 66, вып. 1.

5. Тараканов С.Н. Графоаналитическое решение задачи на определение скорости проходки при бурении твердой породы. – Зап. ЛГИ, 1973, т. 66, вып. 1.