

УДК 622.24.051

**А. М. Исонкин, Р. К. Богданов, А. П. Загора**, канд. техн. наук

*Институт сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины, г. Киев, Украина*

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНОЙ ПОРОДЫ  
БУРОВЫМИ КОРОНКАМИ, ОСНАЩЕННЫМИ СИНТЕТИЧЕСКИМИ  
АЛМАЗАМИ РАЗНОЙ ПРОЧНОСТИ**

*The results of the research on the influence of synthetic diamond strength on the efficiency of rock destruction are given.*

Физической основой алмазного бурения является концепция разрушения горной породы и удаления продуктов разрушения с забоя скважины как механического деформационного процесса, обусловленного кинематикой и комплексом физико-механических характеристик горной породы и породоразрушающего инструмента. При этом научно обоснованная разработка конструкций алмазных коронок, вопросы их выбора применительно к конкретным геолого-техническим условиям и установление рациональных параметров режима бурения должны быть основаны на закономерностях разрушения горных пород единичными алмазами с учетом специфики их работы в коронке.

В данной работе сделана попытка детально исследовать влияние параметров микрогеометрии рабочей поверхности алмазной буровой коронки, получаемых в зависимости от прочности применяемых синтетических алмазов, на показатели, характеризующие процесс разрушения горной породы: шероховатость породы на забое скважины и гранулометрический состав образующегося шлама.

Было принято во внимание, что при всех видах механического разрушения твердых тел, в том числе процессах разрушения горных пород при бурении, физическая природа тела остается неизменной, а изменяется только площадь поверхности тела, которая значительно возрастает. Дисперсность образующихся при бурении частиц шлама (величина, обратная их линейным размерам) оказывает определяющее влияние на затраты энергии в процессе разрушения горной породы. Это связано с тем, что площадь вновь образуемых их поверхностей при каждой последующей стадии дробления увеличивается по сравнению с предыдущей, а суммарная работа по закону Риттингера с увеличением дисперсности возрастает по степенному закону [1].

Согласно вышеизложенному по размерам частиц шлама, образующихся в процессе бурения скважин, можно судить об эффективности разрушения горных пород. В случае, когда при бурении в шламе горных пород преобладает мелкая фракция частиц, очевидно, что с энергетической точки зрения процесс разрушения малоэффективен, поскольку большое количество энергии затрачивается на образование значительной по величине новой поверхности.

Полностью избежать наличия мелких фракций частиц шлама при бурении невозможно, так как их образование является закономерным следствием самого процесса разрушения горных пород. Однако, с энергетической точки зрения, следует стремиться к тому, чтобы количество мелких фракций частиц шлама в продуктах разрушения горных пород при бурении скважин стремилось к минимуму.

Поскольку выступание алмазов из матрицы подчиняется нормальному закону распределения, можно предположить, что с ростом их прочности и повышением высоты выступления увеличивается разноразмерность алмазов. При этом толщина среза на единичный алмаз может возрастать, приводя к увеличению размеров отделяемых от породы частиц шлама и, как следствие, вызывая повышение ее шероховатости на забое скважины.

С целью подтверждения данного предположения были проведены экспериментальные исследования разрушения коростышевского гранита импрегнированными буровыми коронками, оснащенными синтетическими алмазами различной прочности, в процессе проведения которых отбирались пробы шлама, образующегося при бурении, в соответствии с методикой, изложенной в работе [ 2 ].

Для определения удельной поверхности шлама коростышевского гранита использовались адсорбционные методы. Наиболее широкое применение из них получил метод БЭТ (Брунауэр – Эммет –Тэллор), суть которого заключается в установлении количества вещества, физически адсорбирующегося на поверхности твердого тела при условии образования монослойного покрытия.

Измерение площади удельной поверхности шлама проводилось статистическим манометрическим методом на приборе «Акусорб-2100» фирмы «Культреникс» (Франция), в котором используется адсорбция азота при низких температурах в соответствии с принципом БЭТ.

Износостойкость коронок оценивалась по величине интенсивности изнашивания: отношение линейного износа по высоте алмазоносного слоя матрицы к величине углубки скважины.

Эффективность разрушения горной породы оценивалась по величине объемной работы разрушения (отношению общей работы разрушения к объему разрушенной породы).

В качестве параметра, по которому можно оценивать микрогеометрию рабочей поверхности матрицы буровой коронки, была принята высота выступания алмазов. Для измерения этого показателя применялась специально разработанная методика, предусматривающая использование возможностей растрового электронного микроскопа – микроанализатора «СAMSKAN - 4DV».

Методика измерения высоты выступания алмазов из матрицы заключалась в том, что на экране микроскопа воспроизводилось трехмерное изображение находящихся на рабочем торце коронки алмазных зерен. Затем производилось их фотографирование с последующим печатанием фотографий, по которым с учетом приведенного масштаба определялась высота выступания. Средняя величина этого показателя рассчитывалась по 100 алмазным зернам, случайно расположенным на рабочей поверхности торца каждого исследуемого сектора.

Результаты экспериментальных исследований приведены в табл. 1.

**Таблица 1. Результаты лабораторных испытаний коронок, оснащенных синтетическими алмазами различной прочности зернистостью 250/200 мкм, при бурении коростышевского гранита с частотой вращения 800 мин.<sup>-1</sup> и углубкой за оборот 60 мкм.**

Марка алмазов	Прочность алмазов статическая / динамическая Н, не менее	Средняя высота выступания алмазов из матрицы, мкм	Интенсивность изнашивания коронки, мм/м	Объемная работа разрушения, кДж/см <sup>3</sup>	Удельная поверхность час-тиц шлама, м <sup>2</sup> /г
АС65	63/83	56,4	0,254	2,941	10,22
АС80	78/95	62,7	0,216	2,554	9,46
АС100	92/116	67,2	0,195	2,127	7,87
АС125	115/130	72,4	0,156	2,047	6,54

Сопоставление данных, приведенных в табл. 1, свидетельствует о том, что повышение прочности используемых для оснащения коронок синтетических алмазов, приводит к увеличению средней высоты их выступания из матрицы. В свою очередь, рост этого показателя позволяет уменьшить вероятность расклинивания и степень вторичного дробления частиц шлама под рабочим торцом коронки.

Дополнительные исследования шероховатости забоя скважины коростышевского гранита, результаты которых приведены в табл. 2, полностью подтверждают тезис о том, что толщина среза на единичный алмаз возрастает при использовании более прочных алмазов для оснащения коронок.

Таблица 2. **Параметры шероховатости поверхности забоя скважины при бурении коростышевского гранита коронками, оснащенными синтетическими алмазами разной прочности**

Марка алмазов	Параметры шероховатости по ГОСТ 25142–82							Угол при вершине $\Theta$ , град.	
	$R_a$ , мкм	$R_z$ , мкм	$R_p$ , мкм	$R_v$ , мкм	$R_{max}$ , мкм	$S_m$ , мкм	выступов	впадин	
	АС65	8,64	50,0	20,42	-35,17	53,43			240,12
АС80	9,41	53,03	24,81	-36,21	53,89	274,50	58,0	-72,0	
АС100	12,24	74,31	36,11	-45,35	80,12	290,04	61,0	-73,0	
АС125	13,05	78,42	38,15	-47,27	90,26	315,13	59,0	-73,0	

На основе анализа данных, приведенных в табл. 1 и 2, можно констатировать, что существует тесная корреляционная связь между прочностью применяемых алмазов, шероховатостью породы на забое скважины и величиной удельной поверхности частиц шлама. С ростом прочности алмазов прямо пропорционально возрастает шероховатость породы на забое и обратно пропорционально снижается удельная поверхность частиц шлама, т. е. увеличиваются их размеры.

Результаты исследований показывают, что достижение большей высоты выступания алмазов из матрицы за счет увеличения их прочности способствует более рациональному использованию подводимой к коронке энергии при разрушении горной породы, о чем свидетельствует снижение объемной работы разрушения и интенсивности изнашивания инструмента.

Полученные результаты лабораторных исследований были подтверждены данными производственных испытаний буровых коронок при бурении разведочных скважин в породах IX–X категории буримости, приведенными в табл. 3.

Таким образом, использование для оснащения буровых коронок синтетических алмазов более высокой прочности позволяет не только увеличить эффективность разрушения ими горной породы, но также существенно повысить технико-экономические показатели их применения.

Таблица 3. Результаты производственных испытаний коронок, оснащенных синтетическими алмазами разной прочности, при бурении скважин в породах IX-X категории буримости

Коронки, оснащенные алмазами зернистостью 250/200, марка	Средняя проходка на коронку, м	Механическая скорость, м/ч
АС65	9,10	1,30
АС80	14,50	1,46
АС100	16,70	1,68
АС125	19,00	1,80

#### Литература

1. Спивак А. И., Попов А. Н. Разрушение горных пород при бурении. – М.: Недра, 1979. – 239 с.
2. Синтетические алмазы в геологоразведочном бурении / Под ред. В. Н. Бакуля. – Киев: Наук. думка, 1978. – 232 с.

*Поступила 05.06.2006 г.*