

раза износостойкость и в 1,9 раза механическую скорость при бурении геологоразведочных скважин в породах средней твердости.

Библиографический список

1. **Сверхтвердые** материалы, получение и применение. Монография в 6 томах/ Под общей ред. Н.В. Новикова. Том 1. Синтез алмаза и подобных материалов / Отв. Ред. А.А. Шульженко. — Киев: ИСМ им. В.Н. Бакуля, ИПЦ «Алкон» НАНУ, 2003. — 320 с.

© Богданов Р.К., Загора А.П., Исонкин А.М., 2005

УДК 622.244

Кандидаты техн. наук ИСОНКИН А.М., БОГДАНОВ Р.К. (ИСМ НАН Украины, г.Киев)

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЗМА ИЗНОСА СИНТЕТИЧЕСКИХ АЛМАЗОВ В ИМПРЕГНИРОВАННЫХ БУРОВЫХ КОРОНАХ

В процессе бурения геологоразведочных скважин алмазным буровым инструментом под воздействием абразивных частиц породы (шлама) зерна алмазов постоянно обнажаются из матрицы и изнашиваются. Характер видов износа по мнению разных исследователей различен. Так, М.Сил считает, что износ алмазов вызывается тепловыми процессами, приводящими к графитизации алмаза [1]. Лоладзе Т.Н., Бокучава Т.В., а также Тараканов С.И. рассматривают износ алмазов как сочетание нескольких процессов и выделяют адгезионный, абразивный и диффузионный виды износа в процессе трения, а также хрупкое разрушение в виде микро- и макроскалывания. При этом преобладание одного из указанных видов износа определяется качеством обрабатываемого материала и режимом работы алмазного инструмента. [2, 3]

При бурении особую опасность для разрушения алмаза представляет тангенциальная составляющая осевой нагрузки, так как предел прочности алмаза на изгиб значительно ниже предела его прочности на сжатие ($\sigma_{и} = 200-500 \text{ Н/мм}^2$ и $\sigma_{сж} = 1500-2000 \text{ Н/мм}^2$). Опасность разрушения повышается также вследствие циклического динамического характера приложения нагрузки. Согласно результатам проведенных исследований, критическая тангенциальная составляющая нагрузки в 30–40 раз меньше, чем при статическом испытании алмазов на изгиб [4].

Достижение высоких механических скоростей бурения возможно только при экстремальных условиях работы породоразрушающего инструмента, характеризующихся высокими окружными скоростями и контактными нагрузками.

С ростом окружных скоростей и контактных нагрузок происходит повышение температуры в зоне контакта породоразрушающего инструмента с горной породой. Измерения температуры на контактной поверхности алмазной буровой коронки показали, что наиболее значительные ее значения (в пределах 1000°C и более) возникают непосредственно в зоне контакта алмазов с горной породой [5]. При этом градиент температуры по алмазу и материалу матрицы достаточно велик, а область развития высоких температур не превышает величины 1 мм.

В контактирующих с горной породой составляющих элементах матрицы под действием больших контактных усилий и интенсивных тепловых процессов возникают структурные изменения и остаточные напряжения, существенно изменяющие прочностные характеристики рабочего слоя буровой коронки [6].

Сложность механизма абразивного изнашивания алмазного бурового инструмента при контакте с горной породой заключается в том, что процессы деформирова-

ния и теплообразования, имеющие принципиально динамический характер, развиваются на дискретных пятнах контакта. При этом результирующие воздействия контртел представляют собой суммирование единичных воздействий как алмазов на горную породу, так и частиц шлама на матрицу коронки, существенно отличающихся друг от друга интенсивностью и продолжительностью. Эти воздействия смещены во времени и имеют разную форму. Степень их воздействия определяется кинематическими особенностями контакта, внешними по отношению к контакту свойствами промывочной жидкости, теплофизическими и физико-механическими свойствами контактирующих друг с другом композиционной алмазосодержащей матрицы и горной породы.

С целью изучения механизма износа нами были проведены лабораторные исследования состояния поверхности синтетических алмазов, находящихся на рабочей поверхности матрицы коронки, после их контакта с горной породой.

Исследования механизма износа алмазов производились с использованием электронного микроскопа-микроанализатора «KANSKAN-4DV» путем изучения отдельных участков рабочей поверхности коронки и поверхности алмазных зерен после бурения при нормальном и критическом режимах.

При исследовании отдельных участков алмазных зерен до бурения было установлено, что их поверхность имеет микротрещины спайности и покрыта так называемыми ступенями роста алмазов. Такое состояние поверхности существенно влияет на прочность алмазов, поскольку выявленные дефекты являются очагами концентрации напряжений и приводят к развитию микротрещин.

Изучение поверхности алмазов после бурения горной породы позволило выделить два типичных вида их износа: хрупкое разрушение и абразивный износ.

При внедрении в породу алмазные зерна испытывают сжимающие и изгибающие нагрузки. Кроме этого в процессе разрушения горной породы в результате действия циклических нагрузок в алмазных зернах возникают усталостные явления. Под их влиянием по имеющимся плоскостям спайности, а также возникающим усталостным трещинам происходит микровыкрашивание локальных участков кристаллов. При этом следует учитывать то, что усилие передается алмазом горной породе не всей площадью контакта, а ее локальными участками. При этом возможно возникновение на таких участках алмазных зерен нагрузок, по величине превосходящих критические и вызывающих микро- и макроскалывание локального участка (рис.1).

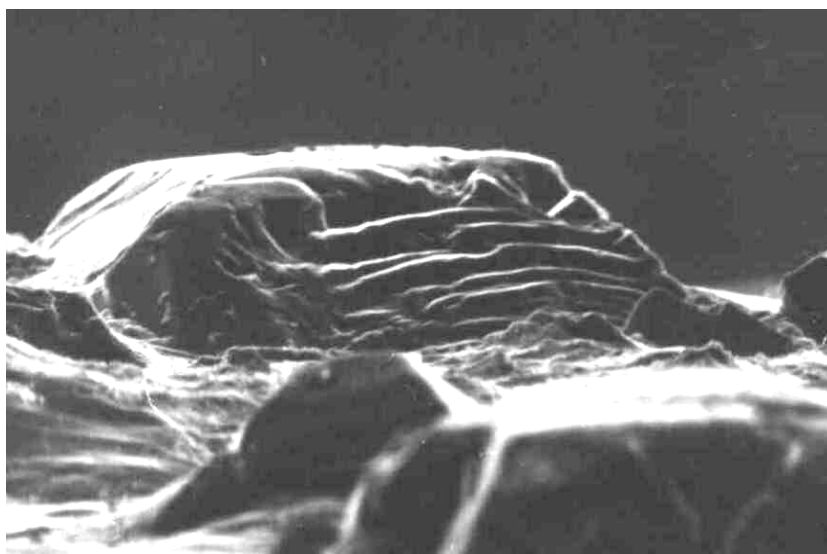


Рис. 1. Растрескивание алмазного зерна по ступеням роста

Принимая во внимание циклический характер разрушения породы, возможную неравномерность распределения нагрузки по площади контакта «алмаз — горная порода», можно предположить, что в процессе бурения постоянно возникают ситуации, когда общая нагрузка на алмазное зерно не превосходит допустимую. При нагрузках, не превышающих критические значения, алмазные зерна сохраняют свою форму, имеют высокое выступание из матрицы и эффективно разрушают горную породу (рис. 2)



Рис. 2. Характерный вид алмазов на рабочей поверхности буровой коронки, работавшей при докритических нагрузках

С ростом механических скоростей бурения, вызывающих увеличение глубины внедрения алмаза в горную породу, повышаются нагрузки на алмазы. При этом могут создаваться ситуации, когда напряжения на отдельной части алмазов значительно превосходят критические. В результате микротрещины на таких локальных участках поверхности алмазов начинают развиваться, что в последствии является причиной скалывания части зерна или его полного разрушения (рис. 3).

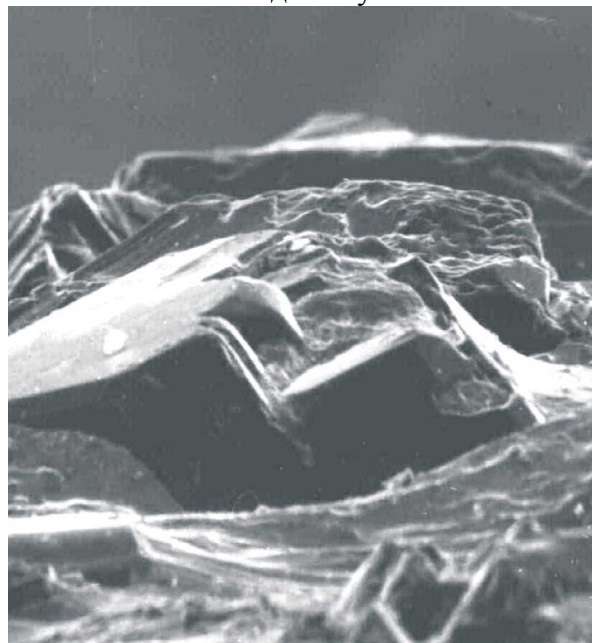
Кроме этого, на локальной поверхности некоторых алмазов виден ряд параллельных борозд, вытянутых по направлению движения алмазного зерна (рис.4). Можно предположить, что появление борозд является следствием абразивного воздействия на поверхность алмаза, разупрочненную под действием высокой контактной температуры, твердых включений порообразующих минералов горной породы и разрушенных микрочастиц алмазов.

Выполненные наблюдения позволили установить, что преобладающим видом износа синтетических алмазов в процессе бурения является хрупкое разрушение со скалыванием выступающих частей их зерен.

Исходя из этого, с целью повышения работоспособности породоразрушающего инструмента наиболее целесообразным является использование для его оснащения синтетических алмазов повышенной прочности.



Вид сбоку



Скалывание вершины зерна (вид сбоку)

Рис.3. Характерный вид разрушения алмазных зерен при работе коронки при критических нагрузках

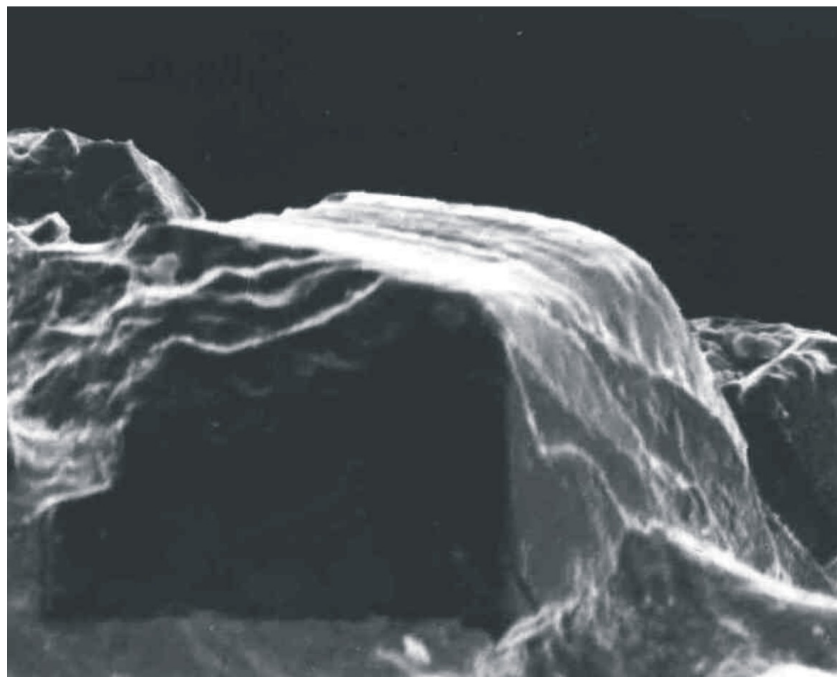
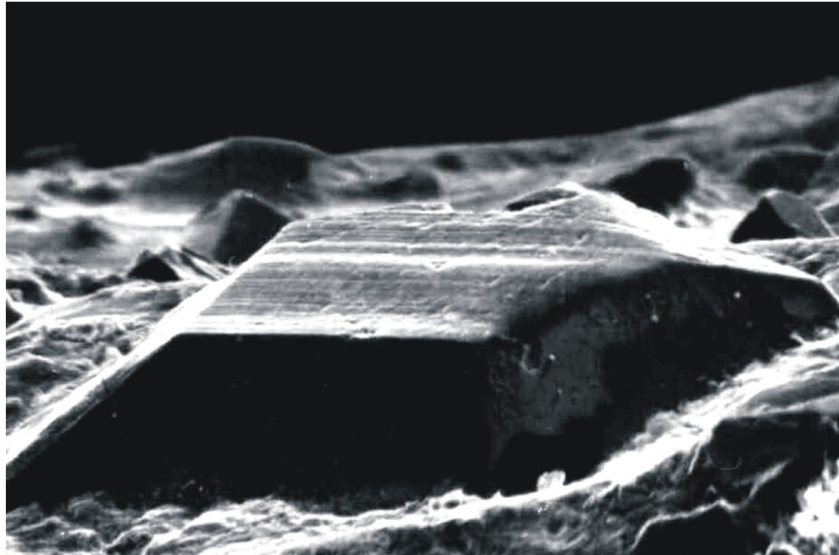


Рис. 4. Характерный вид абразивного изнашивания локальной поверхности алмазного зерна

Показатели бурения коронками (затрачиваемая мощность N , объемная работа разрушения $A_{об}$, тангенциальная составляющая усилия резания P_z) и количество сколовшихся зерен на рабочей поверхности инструмента в зависимости от прочности алмазов, используемых для его оснащения, приведен в табл. 1. Все эти зависимости при увеличении прочности алмазов имеют монотонно убывающий характер. Увеличение прочности алмазов с 65 Н до 160 Н позволило снизить количество сколовшихся зерен алмазов примерно в два раза. Это обеспечило более рациональное использование подводимой к забою скважины энергии, о чем свидетельствует уменьшение тангенциальной

составляющей усилия разрушения горной породы P_z в 1,36–1,85 раза и объемной работы разрушения в 1,35–2,0 раза.

Табл. 1. Результаты лабораторных испытаний коронок, оснащенных алмазами различной прочности

Частота вращения, мин ⁻¹	Алмазы		Углубление, мкм/оборот							
			40				60			
	марка	прочность, Н	Мощность N, кВт	Объемная работа $A_{об}$, кДж/см ³	Усилие P_z , Н	Кол-во сколовшихся алмазов на поверхности матрицы, %	Мощность N, кВт	Объемная работа $A_{об}$, кДж/см ³	Усилие P_z , Н	Кол-во сколовшихся алмазов на поверхности матрицы, %
750	АС 65	65	0,81	2,542	710,0	73	2,29	3,593	2014	76
	АС 80	80	0,79	2,479	696,0	68	2,05	3,216	1800	70
	АС 100	100	0,77	2,416	676,0	62	1,83	2,817	1607	68
	АС 125	125	0,51	1,600	448,0	51	1,81	2,84	1586	56
	АС 160	160	0,46	1,246	387,0	34	1,78	2,65	1478	37
1180	АС 65	65	0,95	1,888	531,0	75	2,96	2,941	1655	77
	АС 80	80	0,93	1,848	517,0	69	2,57	2,554	1434	72
	АС 100	100	0,87	1,719	483,0	61	2,14	2,127	1193	68
	АС 125	125	0,61	1,212	338,0	55	2,06	2,047	1152	58
	АС 160	160	0,56	1,145	286,0	36	1,88	1,865	1077	39

Приведенные в табл. 2 результаты, полученные при проведении производственных испытаний буровых коронок в процессе бурения геологоразведочных скважин в гранитах X категории буримости, полностью подтвердили преимущества использования высокопрочных синтетических алмазов.

Табл. 2. Результаты производственных испытаний коронок, оснащенных синтетическими алмазами различной прочности, в породах X категории

№ п/п	Коронки, оснащенные алмазами зернистостью 250/200, марки	Средняя проходка на коронку, м	Механическая скорость, м/ч
1	АС65	7,10	1,60
2	АС80	14,50	1,68
3	АС125	19,00	1,80
4	АС 160	24,20	1,92

Из приведенных результатов видно, что увеличение в 1,14–1,50 раза стойкости коронок, оснащенных более прочными алмазами, произошло наряду с увеличением их механической скорости. Повышение скорости на 20% достигнуто при одинаковых режимных параметрах и, следовательно, повышение прочности алмазов обеспечивает не только увеличение их стойкости, но и лучшие условия процесса разрушения породы.

Библиографический список

1. Сил М. Трение и износ алмаза // Сб. докл. Лондон. конф. по смазке и износу. — М., 1959. — С. 57–61.

2. **Лоладзе Т.Н. и Бокучава Т.В.** Износ алмазов и алмазных кругов. — М.: Машиностроение, 1967. — 112 с.
3. **Тараканов С.И.** Теория работы мелкоалмазной кольцевой коронки на забое // Материалы совещ. по алмаз. бурению. — Аппатиты, 1966. — С.12–18
4. **Бугаев А.А.** Исследование разрушения буровых алмазов при критических нагрузках, Сб. «Горный породоразрушающий инструмент». — Киев, 1961. — С.19–25.
5. **Арцимович Г.В.** Механофизические основы создания породоразрушающего бурового инструмента. — Новосибирск: Наука, 1985. — 268 с.
6. **Исонкин А.М., Богданов Р.К., Кебко В.П.** Влияние интенсификации режимов бурения на свойства материала матрицы импрегнированных коронок // Сб. науч. трудов «Совершенствование техники и технологии бурения скважин на твердые полезные ископаемые». №12. — Свердловск, 1989. — С. 39–43.

© Исонкин А.М., Богданов Р.К., 2005

УДК 550.822.7

Кандидаты техн. наук ЮШКОВ А.С., ЮШКОВ И.А. (ДонНТУ)

О ФОРМЕ И СОДЕРЖАНИИ ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ НА БУРЕНИЕ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН

Геолого-технический проект (ГТП) на бурение скважин является документом, определяющим инструмент и технологию выполнения основных операций и работ в скважине. ГТП представляет собой разграфленный лист, заполненный по установленной в организации форме, и текстовую часть.

Различают типовые ГТП, которые разрабатываются на группу скважин и являются неотъемлемой частью и основой технической части проекта буровых работ, и ГТП на бурение конкретной скважины (другие названия: геолого-технический наряд, карта, паспорт), который вывешивается в буровом здании и служит документом, устанавливающим технологию работ. Без ГТП пуск буровой установки в эксплуатацию не допускается. Этот ГТП составляется на основе типового, обычно делается на масштабной бумаге, и включает в себя пустые графы для отрисовки фактического разреза, приведения фактических параметров бурения, отклонений от первоначального проекта и детализацию некоторых данных, например, структуры угольного пласта.

Размеры листа ГТП определяются по ширине количеством граф, а по длине — глубиной скважины и масштабом геологической колонки (разреза). В Донбассе для ГТП используются масштабы 1:500 и 1:1000. При глубинах скважин 1000 и более метров только длина колонки в этих масштабах составляет 1–2 метра, а весь лист за счет текстовой части — еще больше. Это создает определенные неудобства, но неизбежно, т.к. число слоев пород в Донбассе достигает при больших глубинах двухсот, и показать все слои на листе небольшой длины было бы невозможно. В буровых зданиях ГТП размещен на валиках для его разматывания.

ГТП принято условно разделять на геологическую и технологическую части. Первая содержит геологическую колонку, синонимику пластов, сведения о мощности слоев, категориях пород по буримости, проектном выходе керна, зонах возможных осложнений с указанием их характера, углах падения пластов, зенитных углах скважины. Во второй дается конструкция скважины, сведения о породоразрушающем инструменте, режиме бурения, виде и качестве очистного агента, тампонировании скважины в процессе бурения и при ликвидации, исследованиях и спецработах (гидрогеологиче-