

loading. Simulation reflects the specificity of individual diamond crystals, as well as the influence on the temperature of drill rate, drilling fluid flow rate and the design features of the bit. Simulation data as the basis for the development of new crowns BSO-1, passed preliminary tests in a production environment.

Key words: single-layer diamond core bit, synthetic diamond single crystals of diamond core bit modeling, temperature control of the diamond core bit.

Литература

1. О процессе взаимодействия алмазов с забоем скважины при работе однослойных коронок / А. А. Каракозов, М. С. Попова, Р. К. Богданов, А. П. Загора // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Сб. науч. тр. – Вып. 14. – К.: ИСМ им. В. Н. Бакуля, НАН Украины, 2011. – С. 78–85.
2. Определение максимальной углубки алмазных резцов однослойных коронок с радиальной раскладкой / А. А. Каракозов, М. С. Попова, С. Н. Парфенюк, Р. К. Богданов, А. П. Загора // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения / Сб. науч. тр. – Вып.15, – Киев: ИСМ им. В. Н. Бакуля, НАН Украины, 2012. – С. 203–206.
3. Моделирование работы алмазных резцов однослойных коронок на забое и оценка влияния схемы раскладки алмазов на механическую скорость бурения / А.А. Каракозов, М.С. Попова, С.Н. Парфенюк, Р.К. Богданов, А.П. Загора // Наукові праці ДонНТУ, серія «Гірнично-геологічна». Випуск 16 (206). – Донецьк, ДонНТУ, 2012. – С. 162–166.

Поступила 10.07.14

УДК 622.24 (085). (477.62)

А. М. Исонкин, Т. М. Дуда, Г. Д. Ильницкая, кандидаты технических наук

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

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕХОДНОЙ ЗОНЫ «АЛМАЗ–ПОКРЫТИЕ–МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ СВЯЗКА» НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ МАТЕРИАЛА МАТРИЦЫ АЛМАЗНЫХ БУРОВЫХ КОРОНОК

Показано влияние переходной зоны «алмаз–покрытие–материал матрицы», сформированной одно- и двухслойным металлическим тугоплавким покрытием высокопрочных алмазов на износостойкость композита алмаз – WC–Co–Si.

Ключевые слова: металлизация, тугоплавкое покрытие, синтетические алмазы, материал матрицы, износостойкость.

Введение

Анализ данных о перспективах развития геологоразведочного бурения как области применения алмазного породоразрушающего инструмента повышенной работоспособности является одним из наиболее нужных, но и наиболее сложным с точки зрения условий его работы.

Алмазный породоразрушающий инструмент представляет собой макрокомпозит, в котором алмазы закреплены в металлической матрице. Опыт эксплуатации такого инструмента показывает, что 30–95% алмазов выпадают из матрицы, не достигая

значительного износа. Это связано с тем, что используемые технологии и связки не обеспечивают надежного закрепления зерен в металлической связке матрицы инструмента. При этом отмечается прямая связь между прочностью закрепления алмазов в матрице инструмента и его эксплуатационными показателями [1–4].

В качестве связки матрицы алмазных буровых коронок в большинстве случаев используют шихту WC–Co, пропитанную медью или ее сплавами, не смачивающими поверхность алмаза. При этом краевой угол смачивания составляет около 140° , а адгезия жидкой меди к алмазу незначительна и приближается к значению 200 мДж/м^2 .

Надежность алмазоудержания и работоспособность инструмента в целом в значительной степени определяется природой контактного (переходного) слоя между алмазом и матрицей.

Высокую энергию связи с алмазной поверхностью дают металлы, химически взаимодействующие с углеродом. В этом смысле предпочтителен ряд таких переходных металлов, как Ti, Cr, V, W, Mo, Fe, Co, и др., которые в чистом виде или в виде небольших добавок к неактивным элементам обнаруживают значительную адгезионную активность при контакте с алмазом, растворяют в жидком состоянии значительные количества углерода и образуют с ним прочные соединения – карбиды. Весьма высокую адгезионную активность проявляет титан. Малая его присадка в медно-оловянный сплав, также несмачивающий алмаз ($\theta = 130\text{--}140^\circ$), в количестве 5–20% приводит к резкому снижению значений краевого угла смачивания до $20\text{--}30^\circ$ и возрастанию работы адгезии до 2000 мДж/м^2 . При введении в медь хрома в количестве более 0,1% наблюдалось смачивание образующимися бинарными сплавами алмазной пластины. Продуктом взаимодействия при этом является карбидная фаза с микротвердостью до $14200\text{--}15000 \text{ МПа}$, формирующаяся на границе алмаза с металлом или сплавом и растущую в сторону жидкого расплава от контактной поверхности [5].

Микрорентгеноспектральным анализом контактной границы алмаз–покрытие при нанесении последнего из расплавов химически активных к алмазу сплавов установлено образование переходных карбидных зон толщиной от 3–4 до 10–12 мкм. На границе алмаз–медно-хромовый сплав обнаружена переходная зона, состоящая из различных карбидов хрома: Cr_3C_2 , Cr_7C_3 , Cr_{23}C_6 . При взаимодействии алмаза в интервале температур $1150\text{--}1350 \text{ }^\circ\text{C}$ с медно-титановым расплавом или таким же расплавом, обогащенным дополнительно хромом, марганцем, железом, никелем и кобальтом, кроме переходного слоя, состоящего из карбида титана, предполагается образование в контактной зоне богатых углеродом карбидов марганца Mn_5C_2 и Mn_7C_3 . Нанесение покрытий из W, Nb, Mo методом плазменного напыления при температуре $1000\text{--}1500 \text{ }^\circ\text{C}$ приводит также к формированию переходной зоны и образованию соответствующих карбидов [6].

В последние годы одним из наиболее эффективных направлений повышения износостойкости алмазного породоразрушающего инструмента является применение для его оснащения высокопрочных алмазов с предварительно выполненными на них металлическими покрытиями из адгезионно-активных по отношению к ним металлов [7]. К ним относятся тугоплавкие покрытия на основе таких химических элементов как Ti, Cr, W, Ni, Mo и др.

С учетом изложенного основной целью исследований являлась оценка влияния переходной зоны «алмаз–покрытие–материал матрицы», сформированной посредством металлических тугоплавких покрытий алмазов, полученных диффузионным методом, химическим и электрохимическим осаждением на износостойкость КАМ на связке WC–Co–Cu, изготовленных методом пропитки.

Методика исследований

Для исследования влияния химического состава покрытий алмазов на износостойкость КАМ методом холодного прессования шихты ВК6 с последующей пропиткой медью М1 при температуре $1150 \text{ }^\circ\text{C}$ в вакуумной печи были изготовленные цилиндрические образцы правильной геометрической формы диаметром и высотой 10 мм. Все образцы содержали синтетические алмазы марки АСТ160 зернистостью $500/420 \text{ мкм}$, взятыми из одной исходной

партии, с относительной их концентрацией 100. Предварительно алмазы металлизировали однослойным покрытием Ti, Cr и электрохимическими сплавами Ni–W, Co–W, а также двухслойными покрытиями Ti+Ni–W, Ti+Co–W.

Нанесение Ti, Cr, W проводили диффузионным методом. Нанесение Ni проводили высокоскоростным химическим восстановлением. Нанесение сплавов Co–W и Ni–W проводили электрохимическим осаждением.

Рентгенофазовый анализ металлизированных алмазов проводили на дифрактометре ДРОН-3 (медное фильтрованное излучение). Исследования переходной зоны «алмаз–покрытие–материал матрицы» на изломе образцов выполняли на растровом электронном микроскопе Zeiss EVO 50.

Износостойкость образцов исследовали путем разрушения серого абразивного песчаника (прочность – 150–160 МПа, абразивность по методу Л.И. Барона и А.В. Кузнецова – 40) с использованием станда на основе станка ШПС-350 при частоте вращения 300 мин⁻¹ и нагрузке 200 Н. Интенсивность изнашивания определяли как отношение изношенной массы образца к объему разрушенной породы.

Результаты и их обсуждение

В результате исследований было установлено, что переходная зона «алмаз–металлическое тугоплавкое покрытие алмазов – материал матрицы» имеет совершенную плотную безпористую структуру и ее величина составляет 2–4 мкм (рис. 1). Это обеспечивает качественное граничное диффузионное взаимодействие и прочное соединение алмаза со связкой материала матрицы. Подтверждением чего является то, что использование металлизированных алмазов с покрытиями из Ti, Cr, Ni+W, Ti+Cr и Ti + Ni–W способствует повышению предела прочности образцов на сжатие в сравнении с КАМ с алмазами без покрытия [8].

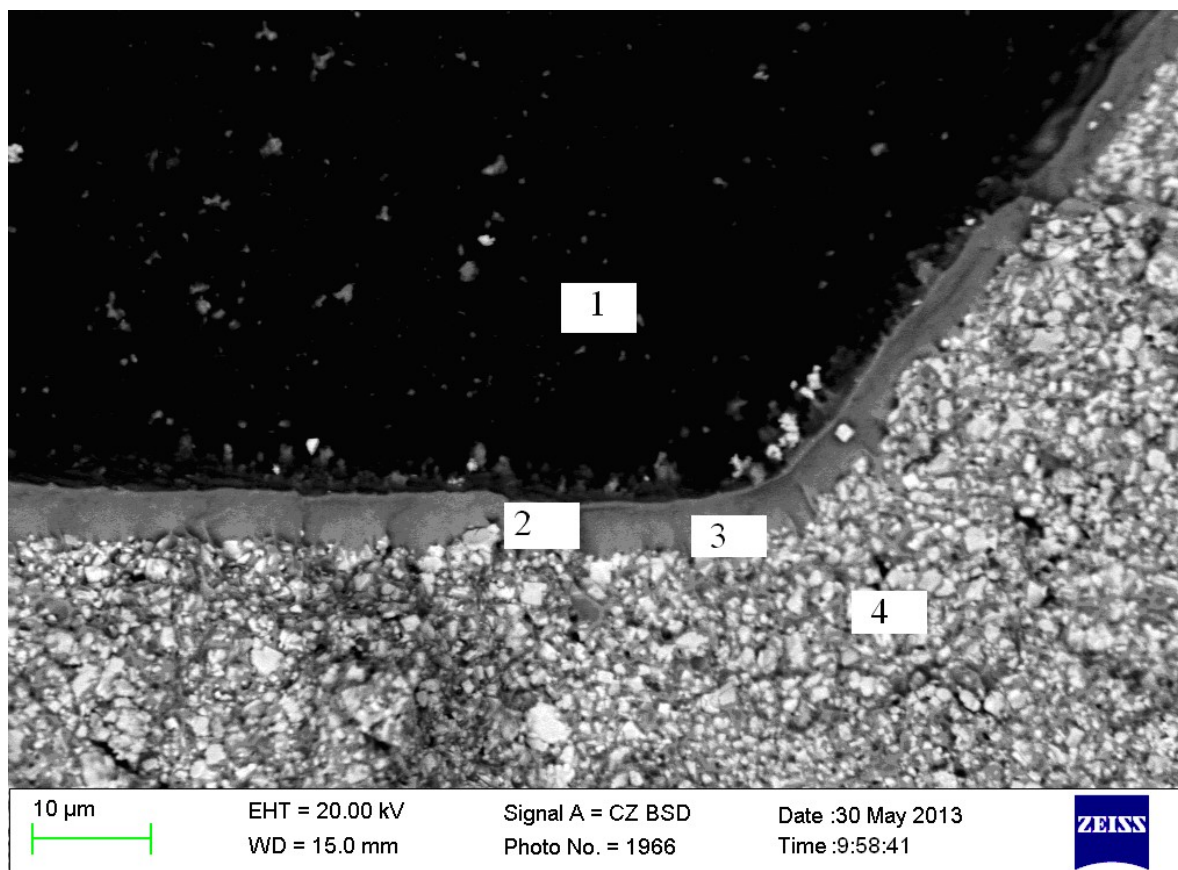


Рис. 1. Характерный вид структуры переходной зоны «алмаз–покрытие–материал матрицы»: 1 – алмазное зерно; 2 – покрытие; 3 – прослойка интерметаллидов меди с металлами покрытия; 4 – материал матрицы WC–Co + Cu

Результаты проведенных сравнительных испытаний, приведенные на рис. 2, свидетельствуют о том, что в нашем случае износостойкость всех образцов композита с металлизированными алмазами превосходит этот показатель образцов с неметаллизированными алмазами.

Как видно из данных рис. 2, наименьшую интенсивность изнашивания имеют образцы с алмазами с покрытием Ni–W, Ti+ Ni–W и Ti + Ni–W.

Сопоставление полученных результатов показало, что интенсивность изнашивания образцов, оснащенных алмазами с металлическим покрытием в сравнении с образцами, оснащенными алмазами без покрытия, уменьшается в соответствии с материалом покрытия, а именно: Ti на 22%; Cr – 34%; Ti–Cr – 42%; Ni–W – 57%, Ti + Ni–W – 81%; Ti + Co–W – 64%.

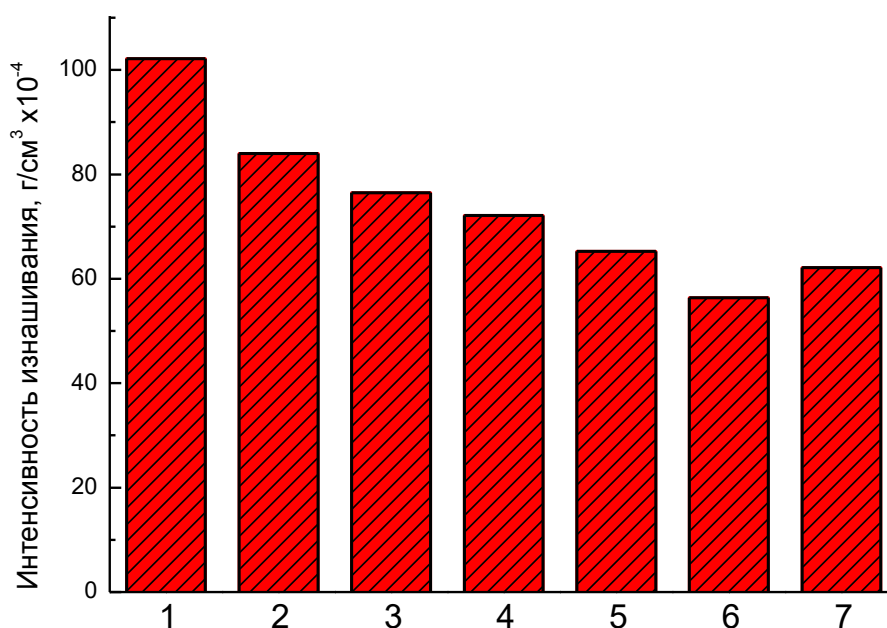


Рис. 2. Интенсивность изнашивания алмазных порошков: 1 – без покрытия; 2 – с покрытиями Ti; 3 – Cr; 4 – Ti–Cr; 5 – Ni–W; 6 – Ti + Ni–W; 7 – Ti + Co–W

Выводы

Подтверждена возможность повышения износостойкости алмазосодержащих материалов матриц породоразрушающего инструмента на связке WC–Co–Cu, изготовленного методом пропитки, путем формирования переходной зоны «алмаз–покрытие–материал матрицы» посредством предварительной металлизации алмазов тугоплавкими покрытиями.

Применение предварительной металлизации высокопрочных синтетических алмазов с целью получения переходной зоны «алмаз–покрытие–материал матрицы» позволяет использовать технологические методы повышения износостойкости композиционных алмазосодержащих материалов алмазного породоразрушающего инструмента. При этом в зависимости от метода нанесения металлического покрытия и его материала износостойкость можно повысить на 22–81%.

Показаний вплив перехідної зони «алмаз–покриття–матеріал матриці», сформованої одно- і двошаровим металевим тугоплавким покриттям високоміцних алмазів на зносостійкість композиту «алмаз – WC–Co–Cu».

Ключові слова: металізація, тугоплавке покриття, синтетичні алмази, матеріал матриці, зносостійкість.

Shows the effect of the transition zone "diamond-coating-material matrix" formed one-and two-layer refractory metal coated diamond high wear resistance of the composite diamond – WC–Co–Cu.

Keywords: *plating, refractory coating, synthetic diamonds, matrix material wear resistance.*

Литература

1. Пайка и металлизация сверхтвердых инструментальных материалов / Ю.В. Найдич, Г.А. Колесниченко, И.А. Лавриненко, Я.Ф.Моцак. – К.: Наук. думка, 1977. – 186 с.
2. Evans D., Nicholas M., Scott P. The wetting and bonding of diamonds by copper titanium alloys // *Ind. Diamond Rev.*– 1977.– № 9.– P. 306–309.
3. Коновалов В. А. Исследование влияния прочности алмазоудержания и износостойкости металлических связей на работоспособность алмазно-абразивного инструмента: Автореф. дис. ... канд. техн. наук.– Харьков, 1974. – 27 с.
4. Захидов С. Х. Исследование прочности удержания зерна в связке при температурно-силовых воздействиях : Автореф. дис. ... канд. техн. наук.– М., 1974. – 34 с.
5. Найдич Ю.В., Уманский В.П., Лавриненко И.А. Прочность алмазо-металлического контакта и пайка алмазов – К.: Наук. думка, 1988. – 136 с.
6. Дуда Т.М. Взаимодействие на границах контакта алмаз—покрытие—связка / *Сверхтвердые матер.*, № 5. – 1980. С. 30–33
7. Исонкин А.М., Богданов Р.К. Влияние металлизации алмазов на показатели работоспособности буровых коронок / *Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія «Гірничо-геологічна».*– Донецьк: ДВНЗ «ДонНТУ», 2011. – Вип. № 14 (181). – С.158–164
8. Влияние металлизации алмазов на прочностные характеристики композиционного алмазосодержащего материала матрицы буровых коронок / А.М. Исонкин, Т.М. Дуда, Л.И. Александрова и др. // *Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Сб. науч. тр.* – К.: ИСМ им. В. Н. Бакуля НАН Украины, 2013. – Вып. 16. – С. 63–69.

Поступила 10.07.14

УДК 622.24.085

А. А. Каракозов, канд. техн. наук; **С. Н. Парфенюк**, **А. Р. Сафронова**

Донецкий национальный технический университет, Украина

РАСЧЁТ УСТОЙЧИВОСТИ СТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ОПОР ПОГРУЖНЫХ УСТАНОВОК ТИПА УГВП ДЛЯ БУРЕНИЯ СКВАЖИН НА ШЕЛЬФЕ

В статье приведены результаты работы по определению устойчивости стабилизирующих опор погружных установок типа УГВП, предназначенных для однорейсового бурения геологоразведочных скважин на шельфе гидроударными снарядами с глубиной опробования до 6–10 м. Полученные данные позволяют определить область эксплуатации установок в зависимости от конструктивных параметров стабилизирующих опор.

Ключевые слова: *бурение геологоразведочных скважин на шельфе, погружные установки, гидроударные буровые снаряды, устойчивость опоры.*

В настоящее время в геологоразведочной отрасли стран СНГ достаточно широко применяются установки типа УГВП (УГВП–130/8, УГВП–130/10, УГВП–150М и др.), способные выполнять однорейсовое бурение скважин в породах I–IV категорий по буримости на глубину до 6–10 м с борта неспециализированных малотоннажных судов [1]. В состав этих установок входит стабилизирующая опора, в основу конструкции которой положена идея