

УДК 621.8:539.4.32:542.057

Н.В. Новиков, акад. НАН Украины, **А.Л. Майстренко**, член-корр. НАН Украины,
Н.М. Прокопив, **И.В. Бондарь**, кандидаты технических наук,
В.Г. Кулич

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

НАПЛАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ С АЛМАЗНО-ТВЕРДОСПЛАВНЫМИ ГРАНУЛАМИ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ НА РАБОЧИЕ ПОВЕРХНОСТИ ПОРОДОРАЗРУШАЮЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

The "know-how" sintering of diamond – hard alloy granules for coating wear resistance film on work surfaces of drilling tools.

История создания защитных покрытий на поверхностях конструкций, которые эксплуатируются в экстремальных условиях высоких контактных напряжений и абразивного либо гидроабразивного износа насчитывает десятки лет. Это наплавки из углеродистых сталей и наплавки содержащие порошки карбидов вольфрама или титана, а также релита ЛЗ-16 [1]. Электроды для выполнения наплавки производятся во многих странах мира в промышленных масштабах довольно давно, в том числе и в ИЭС НАН Украины. Высокий спрос на такие наплавки наблюдается, преимущественно, в условиях производства и эксплуатации горных и буровых инструментов. Последнее время внимание технологов в порошковой металлургии обращено на разработку и производство износостойких гранул содержащих природные или синтетические алмазы. Алмазо-металлические гранулы - часто встречающийся промежуточный продукт в технологии производства буровых коронок и алмазных сегментов для камнеобрабатывающих инструментов. Применение гранул в этом случае позволяет достигать равномерного распределения алмазов в рабочем слое инструмента [2 – 4]. Эти гранулы используются в «сыром» виде, т. е. алмаз гранулируется порошком связки, временное связующее отгоняется, но гранулы остаются неспеченными, так как они проходят еще процедуру брикетирования, а затем спекания совместно с корпусом инструмента. В частности, на одном из начальных этапов в технологии производства алмазных долот с режущими элементами из композиционного алмазосодержащего материалов типа Славутич и Твесал [5–7], промышленное производство которых осуществляется уже более тридцати лет, формируются алмазно-твердосплавные гранулы, состоящие из зерен алмаза в оболочке из твердого сплава типа ВК6, которые затем брикетируются в стальных пресс-формах до размеров, соответствующих типоразмерам функциональных вставок в долота и затем спекаются методом горячего прессования в графитовых пресс-формах. Гранулы, о которых идет речь, в отличие от вышеупомянутых, после грануляции спекаются в компрессионной печи в среде инертного газа. Общий вид спеченных гранул показан на рис. 1.

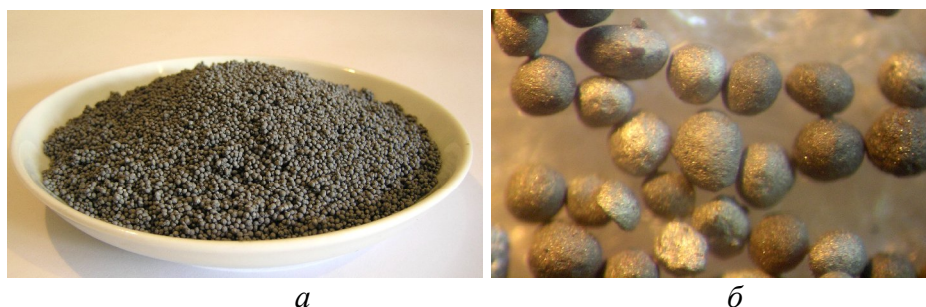


Рис.1. Общий вид спеченных алмазно-твердосплавных гранул – (а) и при увеличении (x20) – (б)

Аналогичные гранулы начала выпускаются также фирмой “Foxmet S.A.” (Люксембург) [8]. Такие гранулы обладают не только высокой износостойкостью, но и возможностью регулирования плотности их дискретного распределения на образующих поверхностях алмазных буровых и горных инструментов в соответствии с принципами формирования функциональных элементов этих инструментов (вставки, сегменты). Алмазы внутри гранул не графитизируются и не разрушаются, что следует из анализа состояния фрагментов алмазных гранул после механических испытаний на сжатие (рис. 2). Гранулы имеют следующие гранулометрические и весовые характеристики: природные алмазы А800/630 (металлизированные TiC); твердый сплав ВК6; средний диаметр гранулы 1,28 мм; средняя масса одной гранулы 0,0121 г; средняя масса твердосплавной оболочки гранулы 0,011 г; из 500 кар получаем 1500 г готовой продукции.



Рис. 2. Фрагменты алмазно-твердосплавных гранул после механических испытаний на сжатие

Спеченные гранулы испытывались на сжатие (рис. 2) на механической испытательной машине FP-10, в результате чего, определена среднеквадратическая разрушающая нагрузка 50 гранул, равная 330 Н, что практически в 1,5-2 раза превышает прочность зерен этого порошка алмаза в исходном состоянии. При этом отслаивание твердосплавной оболочки от зерна алмаза не наблюдалось, что обеспечивает в дальнейшем хорошее алмазоудержание на поверхности покрытия.

Спеченные алмазно-твердосплавные гранулы в смеси с металлической связкой МЖ(Fe-Cu) и флюсом (бура) загружались в дозатор установки по изготовлению порошковой проволоки ООО «ТМ.ВЕЛТЕК» (г. Киев, Украина) диаметром 3–4 мм в оболочке из тонкой (толщиной 0,3 – 0,5 мм) полосы из стали 08КП (рис.3, а). Наплавка наносилась на поверхность стальной пластины с помощью аргоно-дуговой горелки (рис.3, б). Однако, плотность гранул в такой наплавке относительно невелика (рис.3, б), что, несомненно, отражается на ее износостойкости.



Рис.3. Общий вид опытной порошковой проволоки с алмазными гранулами –(а); и общий вид наплавки из порошковой проволоки на стальной пластине –(б)

Поэтому для повышения плотности распределения гранул в рабочем слое наплавки была предпринята попытка выполнить ее методом вакуумного напекания на стальной корпус (пластину). Для этого на поверхность изделия наносилось временное клеящее связующее, на которое наносились один или более слоев гранул и адгезионно-активная металлическая связка, а затем спекались в вакуумной печи при температуре 840 °С (рис. 4). В результате плотность гранул на контактной поверхности может достигать 175 % усл., что соответствует объемному содержанию алмазов в напеченом слое 22 % об. При этом все алмазы остаются целыми, а гранулы имеют сплошной и прочный контакт с окружающей их металлической связкой.

Вскрытие наплавов производили абразивным кругом типа ПП (зернистостью 40, твердостью М1, диаметром 200 мм, ГОСТ 2424-83). Вскрытие твердосплавных оболочек гранул наблюдается до момента вскрытия алмазов, после чего интенсивность изнашивания наплавки резко снижается и вскрытые алмазы начинают функционировать как абразивные элементы, правящие круг (рис. 5). Следует отметить, что износостойкость наплавов с алмазно-твердосплавными гранулами определяется не только их плотностью в слое, термостойкостью, зернистостью и концентрацией применяемых алмазов и сохранением их сплошности при спекании, но и высокой теплопроводностью границ раздела фаз (алмаз-твердый сплав), что обеспечивает высокую теплопроводность наплавки и, следовательно, хороший отвод теплового потока из зоны контактного взаимодействия «инструмент-порода». Указанное условие реализуется посредством вакуум-плазменной металлизации алмазов.

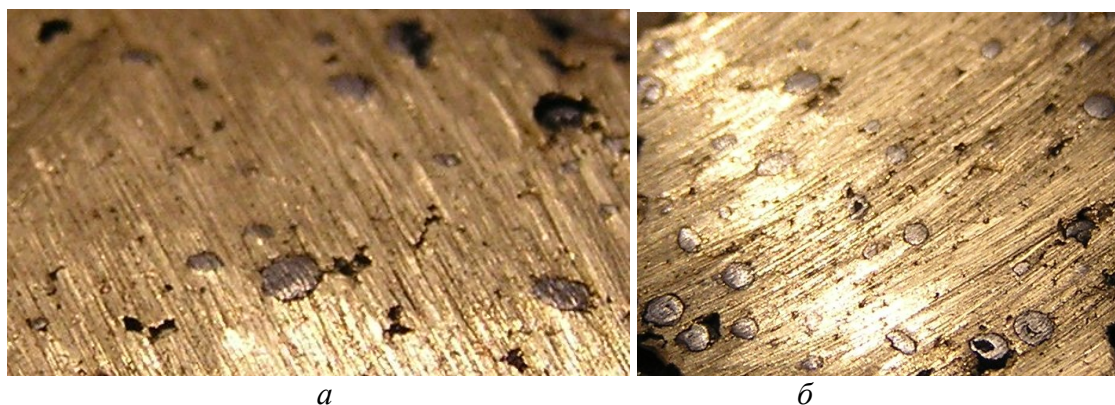


Рис.4. Общий вид поверхностей износостойких покрытий со вскрытыми алмазно-твердосплавными гранулами, полученных методом вакуумного напекания на стальные пластины: а)- двухслойное и (б)- трехслойное покрытие

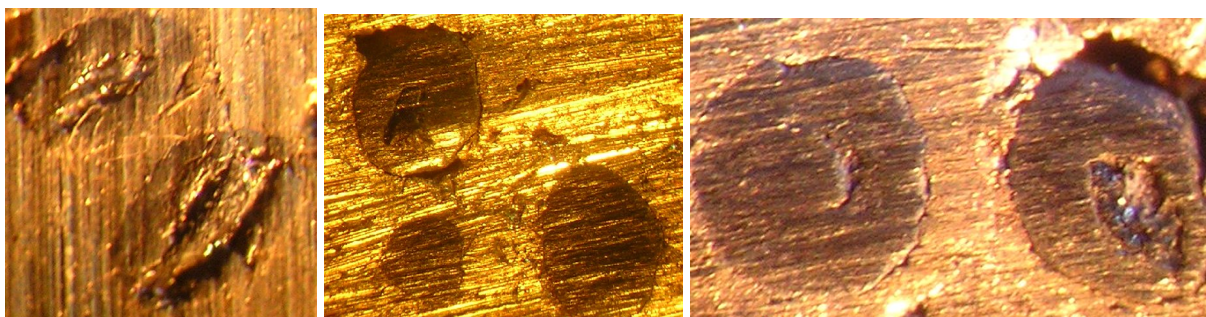


Рис. 5. Общий вид вскрытых абразивным кругом алмазно-твердосплавных гранул на поверхностях напеченных в вакууме на стальные пластины износостойких многослойных композиционных покрытий

Таким образом, разработанные алмазно-твердосплавные гранулы и наплавки на их основе весьма технологичны и могут быть рекомендованы как функциональные, так и восстановительные износостойкие покрытия на буровые и горные инструменты.

Литература

1. Жудра А.П. Ленточный релит / Патоновские технологии. Сварочные материалы//РЕФ. ИЭС 564/2008.
2. US patent 5143523 / R. Matareze (GEN. ELECTRIC, US) Method of Manufacturing Granules of Diamond Particles and Granule of Diamond Particle / Patent issued on 1996.03.27.
3. JP patent 53048967 / Yamataka Yutaka (Seiko Instr. & Electronics, JP) Metal Mold Having Diamond Granules / Patent issued on 1978-05-02.

4. JP patent 53011190 / Ishizuka Hiroshi; Suzuki Kazuo; Tamon Shinichi (Ishizuka Kenlyusho, JP) Diamond Granules Useful for Production of Electrodeposition Tools and Manufacture / Patent issued on 1978-02-01.
5. АС 514482 (Пат. США № 4164527) / В.Н. Бакуль, И.Ф. Вовчановский, Н.В. Цыпин /Способ получения изделий на твердосплавной основе //Опубликовано 25.02.79. Бюл. № 7.
6. ТУ 88 Украины ИСМ 660-78. «Сверхтвердый композиционный материал Славутич», ИСМ НАН Украины, 1978. - 14 с.
7. ТУ 88 Украины ИСМ 667-78. «Материал сверхтвердый композиционный алмазосодержащий Твесал І», ИСМ НАН Украины, 1978. - 10 с.
8. US patent 7350599. Impregnated diamond cutting structures (Foxmet S.A., Luxemburg) Patent issued on 2008-04-01.

Поступила 03.6.08