

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

УДК 621.793

А. М. Авсиевич, Н. В. Спиридонов, О. Г. Девойно,
А. С. Володько, С. А. Гришанов

ЯВЛЕНИЕ УПРОЧНЕНИЯ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ИЗ ДИФфуЗИОННО ЛЕГИРОВАННЫХ САМОФЛЮСУЮЩИХСЯ ПОРОШКОВ НА ЖЕЛЕЗНОЙ ОСНОВЕ В ПРОЦЕССЕ ТРЕНИЯ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Исследования по разработке технологии газотермического напыления диффузионно легированных самофлюсующихся (ДЛС) порошков на железной основе, разработанных и производимых в Республике Беларусь [1], показали эффективность применения покрытий из таких материалов для упрочнения деталей, работающих при интенсивном воздействии механических факторов износа. Наиболее эффективным является напыление легированных бором или бором с медью ДЛС-порошков, получаемых из отходов электроэрозионной обработки высокохромистого чугуна марки ИЧХ28Н2 [2]. Микротвердость таких покрытий находится в пределах 7100...8700 МПа, что на 15...40 % выше, чем у газотермических покрытий из порошковой композиции на основе никеля состава 40 % ПГ-СР3 + 40 % ПЖРВ + 20 % ПТ-НА. При исследовании износостойкости покрытий из ДЛС-порошков в условиях трения скольжения установлен факт значительного увеличения твердости изнашиваемой поверхности. Средняя микротвердость покрытия из ДЛС-порошка «ИЧХ+В+Cu», дополнительно насыщенного 3 % бора и 5...8 % меди возрастает от 7450 до 10800 МПа при трении со смазкой и до 12100 МПа при трении без смазки, что повышает сопротивление изнашиванию. Для выяснения сущности данного явления были проведены сравнительные микродиаметрические исследования поверхностей покрытия до и после изнашивания. Изнашивание образцов с покрытиями проводили на машине терния для экспресс испытаний износостойкости в паре с контртелом из твердого сплава ВК-6 при относительной скорости скольжения $V=1,2$ м/с, контактном давлении $P=2,5$ МПа. Путь трения при трении без смазки составлял $3r10^4$ м, со смазкой – $50r10^4$ м. Микродиаметрический анализ проводили на микротвердомере модели ПМТ-3, полученные результаты приведены на рис. 1.

Как установлено, упрочнение приповерхностных слоев покрытий происходит за счет наклепа а- и g-железа, а также в результате протекания фазовых превращений. На явление наклепа указывает сдвиг пиков а- и g-фаз вправо на гистограмме распределения микротвердости. Упрочняющая фаза покрытия, представленная преимуще-

ственно боридами (CrB_2 , Cr_3B_4 , Cr_2B), а также карбидами хрома (Cr_{23}C_6 , Cr_7C_3) [3], находится в тонкодисперсном состоянии и входит в состав квазиэвтектики « $\alpha\text{-Fe} + \text{g-Fe} + \text{Cr}_n\text{B}_m + \text{Cr}_n\text{C}_m$ ». Размер индентора микротвердомера значительно превышает размеры боридов и карбидов, и выделить пики отдельных фаз затруднительно. Справедливо говорить о микротвердости не собственно какой-либо фазы, а участка покрытия с композиционной структурой при большем или меньшем содержании боридов и (или) карбидов того или иного стехиометрического состава. Поэтому сдвиг на гистограмме пика микротвердости, соответствующего упрочняющим фазам, также объясняется наклепом металлической матрицы покрытия. Однако рост средней микротвердости поверхности покрытий объясняется помимо наклепа еще и фазовыми превращениями, сопровождающими процесс изнашивания.

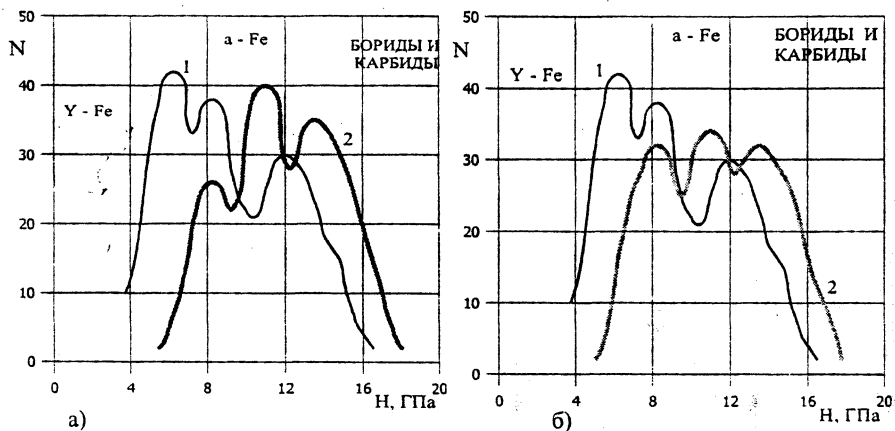


Рис. 1. Изменение микротвердости напыленного покрытия из ДЛС-порошка «ИЧХ+В+Си» в процессе изнашивания:

а) — при трении без смазки; б) — при трении со смазкой

1 — покрытие после напыления; 2 — покрытие после изнашивания;

Отличительной особенностью ДЛС-порошков на основе высокохромистого чугуна является высокое содержание остаточного аустенита в формируемом покрытии [3]. Этим во многом объясняется их технологичность при напылении. В покрытии из порошка «ИЧХ+В+Си» количество g -фазы относительно α -фазы превышает 80%. Под воздействием повышенных температур в зоне трения идет процесс распада метастабильной g -фазы, сопровождающийся выделением из нее легирующих элементов с дополнительным образованием боридов и карбидов, а также увеличением содержания в покрытии α -железа. Об этом свидетельствует уменьшение высоты пика g -фазы относительно α -фазы, а также увеличение пиков упрочняющих фаз на рис. 1.

Фазовые превращения частично объясняют более высокую износостойкость покрытий из ДЛС-порошка «ИЧХ+В+Си» по сравнению с покрытиями из порошка «ИЧХ+В». После напыления средняя микротвердость последних на 10...15 % выше, а количество остаточного аустенита в них составляет 65 %. При практически одинаковом содержании основных легирующих элементов (28 % Cr, 3 % В, 2,5 % С), но большем исходном количестве остаточного аустенита в медьсодержащем покрытии большее же его количество распадается с интенсивным выделением высокотвердых карбидов и боридов.

При трении со смазкой, характеризующемся, по сравнению с трением без смазки, менее интенсивным взаимодействием между поверхностными слоями покрытия и контртела и меньшей температурой в зоне трения, фазовые превращения протекают менее интенсивно. Различие в высоте пиков на гистограмме микротвердости поверхности до и после изнашивания менее существенно (рис. 16). Поэтому в этом случае фазовый состав изношенной поверхности в меньшей степени отличается от состояния после нанесения покрытия, следовательно, рост твердости происходит преимущественно за счет наклепа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ворошнин Л.Г., Пантелеенко Ф.И., Константинов В.М. Теория и практика получения защитных покрытий с помощью ХТО. — Минск: ФТИ; Новополоцк: ПГУ, 1999. — 133 с.
2. Использование диффузионно легированных самофлюсующихся порошков на железной основе — путь к снижению себестоимости упрочнения деталей газотермическим напылением / Н.В. Спиридонов, А.М. Авсиевич, А.С. Володько, Л.И. Пилецкая. // Потенциал науки — развитию промышленности, экономики, культуры, личности: Материалы межд. научн.-техн. конференции. — В 2-х т. Т.1. — Мн.: УП «Технопринт», 2002. — С. 37 — 41.
3. Исследование состава, структуры и физико-механических свойств газотермических покрытий из борированного ДЛС-порошка высокохромистого чугуна / А.М. Авсиевич, О.Г. Девойно, Н.В. Спиридонов, С.А. Гришанов // Теоретические и технологические основы упрочнения и восстановления изделий машиностроения: Сб. науч. Трудов / Под ред. С.А. Астапчика, П.А. Витязя. — Мн.: Технопринт, ПГУ, 2001. — С.129 — 134.