

# **ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАГНИТНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ИЗ БОРИРОВАННОЙ ЧУГУННОЙ ДРОБИ**

**Е. В. Игнатенко, А. С. Шевчик**

*Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Г. В. Петришин

В настоящее время существует ряд эффективных методов получения износостойких и коррозионно-стойких покрытий. Одним из перспективных путей упрочнения поверхностей деталей является метод магнитно-электрического упрочнения (МЭУ), комплексно использующий активизирующие факторы (температурные, химические, магнитные, электрические). Метод МЭУ хорошо зарекомендовал себя при упрочнении определенной номенклатуры быстроизнашивающихся деталей сельскохозяйственной и дорожной техники. Кратковременность температурного воздействия при упрочнении методом МЭУ обеспечивает стабильность геометрических параметров упрочняемых деталей, что особенно важно при изготовлении крупногаба-

ритных деталей, склонных к короблению. Кроме того, простота метода и применяемого технологического оборудования обеспечивают низкую себестоимость получаемых покрытий.

Перспективным является применение в качестве упрочняющих материалов в процессе МЭУ самофлюсующихся порошков. В этом случае обеспечивается высокая износостойкость покрытий, их сплошность, отсутствие пористости. Однако большинство таких порошков выпускается на основе никеля, что обуславливает их высокую стоимость и в ряде случаев экономическую нецелесообразность. Кроме того, порошки на основе никеля парамагнитны и вследствие этого неприменимы в технологии магнитно-электрического упрочнения. В то же время номенклатура самофлюсующихся порошков на железной основе ограничена, и они не позволяют управлять свойствами наносимых покрытий при МЭУ. Поэтому поставлена задача разработать новый самофлюсующийся материал на железной основе, который учитывает технологические особенности МЭУ и обеспечивает заданные физико-механические свойства покрытий, обеспечивая упрочнённым деталям коррозионную стойкость.

В данной работе исследовались структура и свойства покрытий, полученных с применением этих порошков методом МЭУ.

Для исследования свойств покрытий плоские образцы из сталей 45, 40Х с размерами 10 x 50 x 10 мм упрочняли на лабораторной установке. Для упрочнения использовали ферромагнитные порошки: ферробор ФБ-17 ГОСТ 14848-69; СЧЛ (серый чугун, легированный В, Si, Cr, Ni, Mn); самофлюсующийся сплав на основе железа ПР-Х4Г2С2ФЮД (производство Российской Федерации), а также разработанные самофлюсующиеся порошки на основе дроби чугунной колотой (ДЧК). В данной работе исследуемые покрытия наносились из порошков № 1 (ДЧК, обработанная в течении 1 часа при температуре 950 °С), № 2 (3 часа при температуре 950 °С), № 3 (5 часов при температуре 950 °С).

Микрошлифы для исследований изготавливались в соответствии с требованиями ГОСТ 9.302-88. Образцы заливали в обойме эпоксидной смолой, шлифовали и полировали пастой ГОИ. При приготовлении микрошлифа для травления использовали химические реактивы в соответствии с рекомендациями. При изготовлении микрошлифов для травления использовали химические реактивы следующих составов: 1-5%-й раствор азотной кислоты в этиловом спирте; 2 – пикриновая кислота (2-5 г), едкий натр (20-25 г), остальное (до 50 г) – дистиллированная вода. Микротвердость исследовали на микротвердомере ПМТ-3 по ГОСТ 9450-76 при нагрузке 0,981 Н.

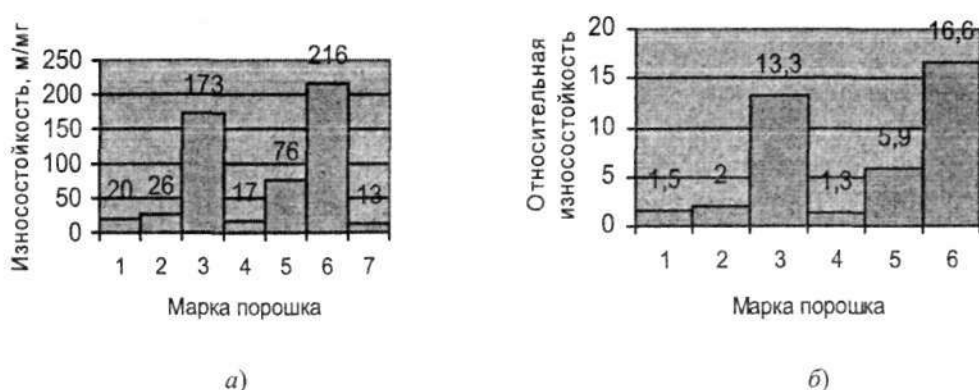


Рис. 1. Износостойкость (а) и относительная износостойкость (б) образцов, упрочненных МЭУ: 1 – ФБ-17; 2 – СЧЛ; 3 – ПР-Х4Г2С2ФЮД; 4 – порошок № 1; 5 – порошок № 2; 6 – порошок № 3; 7 – эталон

Как видно из гистограмм, разработанный самофлюсующийся порошок № 3 на основе чугунной дроби по износостойкости не уступает порошку на железной основе ПР-Х4Г2С2ФЮД и значительно превосходит материалы, применяемые в МЭУ – ферробор ФБ-17 и СЧЛ. Данные по износостойкости хорошо согласуются с данными по изменению микротвердости упрочненных образцов от края вглубь. Порошки № 1 и № 2 уступают порошку № 3 вследствие недостаточного содержания в них бора. Низкая микротвердость покрытий, полученных с использованием порошка ферробора ФБ-17, объясняется низким содержанием в нем углерода (до 0,1 %). При нанесении покрытий этим порошком происходит обезуглероживание переходного слоя, концентрация бора в покрытии при этом снижается из-за быстрой диффузии бора в переходную зону. Вследствие этого происходит снижение твердости покрытия из-за недостаточного количества в нем боридов и карбоборидов. Следует отметить также, что обезуглероживание переходной зоны резко повышает критическую скорость ее закалки. Из-за этого не происходит закалки переходной зоны, характерной для покрытий, нанесенных с использованием порошков СЧЛ, ПР-Х4Г2С2ФЮД и разработанных порошков. Закаленная переходная зона не оказывает существенного влияния при изнашивании в условиях трения скольжения или абразивного изнашивания, но значительно повышает износостойкость покрытий в условиях ударного или ударно-абразивного изнашивания.

Таким образом, разработанные самофлюсующиеся порошки обеспечивают повышение износостойкости в 5,9–16,6 раз по сравнению с закаленным образцом, причем порошок № 3 не уступает самофлюсующемуся высоколегированному порошку ПР-Х4Г2С2ФЮД и обеспечивает износостойкость 216 м/мг, что позволяет увеличить срок службы деталей, работающих в условиях трения скольжения без смазки в 12–14 раз, обеспечивая кроме этого коррозионную стойкость.

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Материал порошка, применяемого при МЭУ, оказывает существенное влияние на качество и физико-механические свойства покрытий. Предварительные исследования показали перспективность использования в качестве наплавочных материалов самофлюсующиеся порошки, содержащие бор как основной легирующий элемент.

2. Имеется возможность изготавливать самофлюсующиеся порошки на основе чугунной дроби. При этом технология диффузионного легирования частиц порошка сферической формы позволяет получать порошки с заданным химическим составом и физико-механическими свойствами.

3. Порошок № 3 с максимальным содержанием бора показал лучшее качество покрытий, нанесенных методом МЭУ, и хорошие результаты при их испытаниях в условиях трения без смазки. Покрытия, нанесенные порошком № 3, по износостойкости не уступают покрытиям, полученным с использованием порошка ПР-Х4Г2С2ФЮД. При этом следует отметить, что разработанный порошок значительно дешевле, так как не содержит большого количества дорогостоящих легирующих компонентов.

При нанесении покрытий методом МЭУ существенное влияние на твердость и износостойкость покрытий имеет углерод. Даже при высоком содержании бора, но низком содержании углерода, как, например, в ферроборе ФБ-17, происходит обезуглероживание переходного слоя и снижение твердости покрытия вследствие быстрой диффузии бора в переходной слой.