

1. Способ получения самофлюсующихся порошков: пат. 17321 Респ. Беларусь, МПК С23С 4/04 / В.А. Оковитый, Ф.И. Пантелеенко, О.Г. Девойно, А.Ф. Пантелеенко, В.В. Оковитый; заявитель БНТУ. – № а 20100650; заявл. 30.04.2010.

2. Пантелеенко, А.Ф. Композиционные покрытия, полученные высокоэнергетическими методами./ А.Ф. Пантелеенко, О.Г. Девойно // Перспективные материалы и технологии: монография / под ред. В.В. Клубовича. – . Витебск: Изд-во УО «ВГТУ», 2013 г. – Гл. 28. – С. 587 – 607.

**УДК 621.762, 621.923**

## **ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ, УПРОЧНЕНИЯ И ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

**В. М. Быстренков, Е. Ф. Пантелеенко, Г. В. Петришин**

*Гомельский государственный университет им. П. О. Сухого, Гомель  
Белорусский национальный технический университет, Минск*

Поскольку в последнее время во всем мире ученые активно занимаются проблемами переработки различных видов отходов и использования их в качестве вторичного сырья, работа авторов по получению и применению материалов в виде порошков дисперсностью 50 – 800 мкм из отходов производства стальной и чугунной дроби, образующихся на отечественных предприятиях машиностроительного профиля [0,2,3,4], является весьма актуальной.

Проведены исследования по применению данных материалов в технологиях получения покрытий методами магнитно-электрического упрочнения, индукционной наплавкой, а также для финишной магнитно-абразивной обработки поверхности.

Нанесение магнитно-электрических покрытий из разработанных порошков основе отходов производства стальной и чугунной дроби, содержащих  $9 \pm 0,5$  масс. % и  $12 \pm 0,5$  масс. % бора, соответственно, позволяет получить покрытия с эвтектической структурой; при меньшем содержании бора была получена доэвтектическая структура покрытий с избыточными включениями железа или перлита (рис. 1, а); при большем содержании бора – заэвтектическая, где присутствуют дендритные включения избыточной боридной фазы (рис. 1, б) [3]. Микротвердость эвтектики в данных по-

крытиях находится в пределах от 12300 до 12800 МПа. Оптимальные фракции для нанесения покрытий – от 200 до 630 мкм.

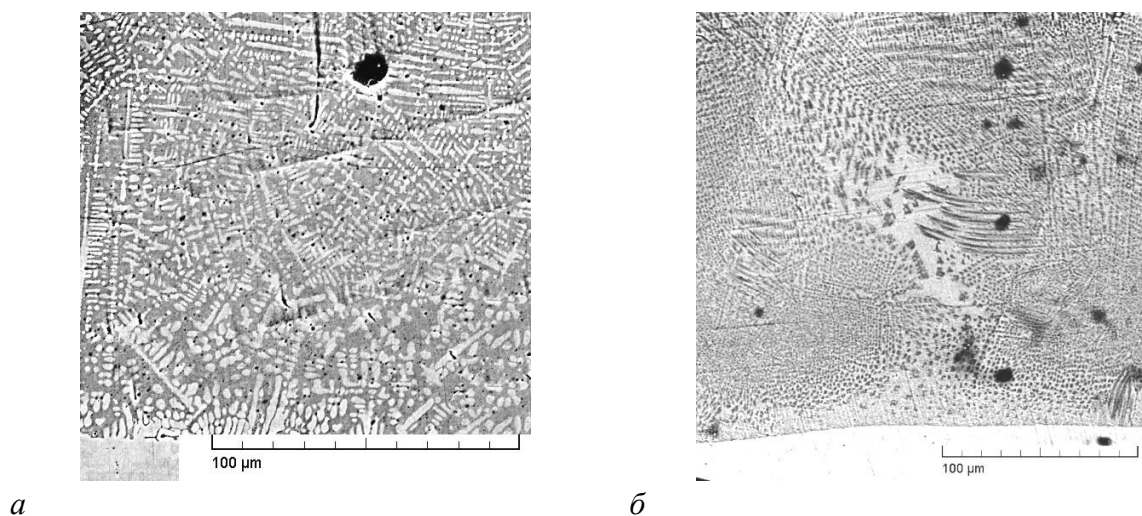


Рис. 1. Магнитно-электрические покрытия:  
*a* – доэвтектическое; *б* – заэвтектическое

Испытания износостойкости полученных покрытий показали, что максимальной относительной износостойкостью в условиях трения скольжения без смазки характеризуются эвтектические покрытия, а в условиях абразивного изнашивания – заэвтектические покрытия.

При нанесении покрытий из порошка на основе чугуновой дроби методом индукционной наплавки оптимальная фракция порошка – 400 – 630 мкм. При меньшем размере частицы не полностью расплавляются (рис.2,а). Установлено, что для получения эвтектического покрытия (рис. 2, б) необходим порошок, содержащий 7,3 масс. % бора. Микротвердость данного эвтектического покрытия составляет от 6900 до 8900 МПа, что ниже, чем в магнитно-электрических покрытиях. Соответственно, и износостойкость таких покрытий будет меньше. Фотографии доэвтектической и заэвтектической структур индукционных покрытий приведены на рис. 2, в и рис. 2, г соответственно.

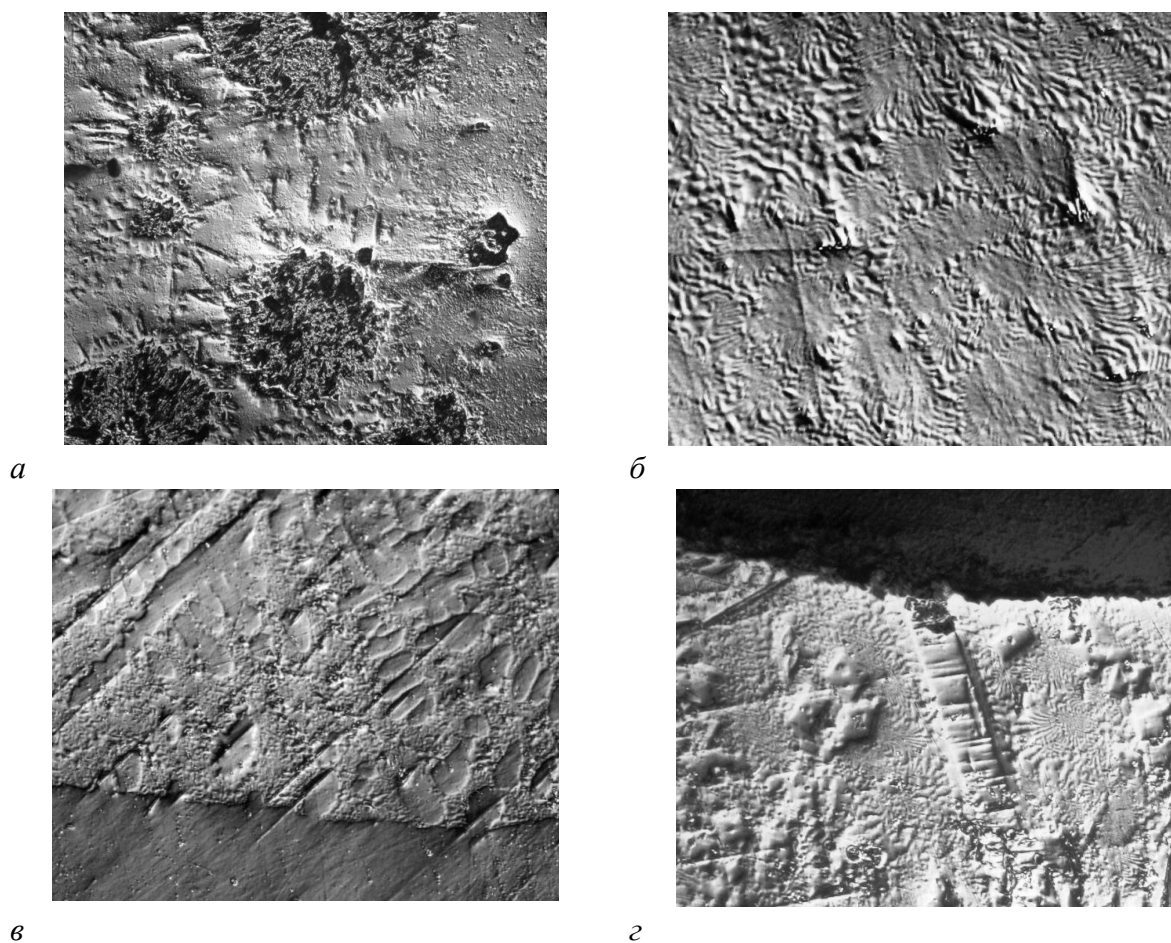


Рис. 2. Индукционные покрытия:  
*а* – из порошка фракции менее 400 мкм; *б* – эвтектическое;  
*в* – доэвтектическое; *г* – заэвтектическое

Покрытия из разработанных порошков успешно прошли промышленную апробацию на ряде предприятий Республики Беларусь. Износостойкость и срок службы деталей сельскохозяйственных машин, строительного и металлургического оборудования после восстановления повысилась в 2,5 – 3,5 раза.

Применение борированных отходов дробы для магнитно-абразивной обработки [4] становится возможным и целесообразным благодаря ряду показателей: ферромагнитность порошка; разнообразие формы частиц (сферическая позволяет выглаживать и полировать поверхность, а неправильная форма (колотая дробь) – обеспечивает высокую производительность при черновой обработке); широкий спектр фракций; высокая твердость поверхностного слоя частиц и вязкая сердцевина (обуславливает повышенную стойкость порошка-инструмента). Для магнитно-абразивной обработки наиболее подходит порошок фракции от 200 до 800 мкм с со-

держанием бора от 1 до 9 масс. % (оптимально – 4,5 – 4,9 масс. %). Данный порошок-инструмент отличается высокой производительностью и стойкостью, полирующей способностью, более технологичен в изготовлении и использовании по сравнению с известными аналогами.

### **Литература**

1. Петришин, Г.В. Износостойкие гетерогенные покрытия из борированных наплавочных материалов на основе отходов стальной дробы, нанесенные магнитно-электрическим методом: дисс. ... канд. техн. наук: 05.02.01 / Г.В. Петришин; ГГТУ им. П.О. Сухого. – Гомель, 2006. – 178 с.

2. Порошок для магнитно-электрического упрочнения: пат. № 11033 Респ. Беларусь МПК (2006) В 23К 35/30 / Ф.И. Пантелеенко, П.С. Гурченко, М.И. Демин, В.А. Люцко, Г.В. Петришин, Е.Ф. Пантелеенко, В.И. Сороговец, А.Ф. Пантелеенко; заявитель УО «Полоцкий государственный университет». – № а20050945; заявл. 03.10.2005; опубл. 30.06.2007.

3. Пантелеенко, Е.Ф. Самофлюсующиеся композиционные порошки из борированных отходов стальной и чугунной дробы для магнитно-электрического упрочнения и восстановления деталей машин: дисс. ... канд. техн. наук: 05.16.06 / Е.Ф. Пантелеенко; БНТУ. – Минск, 2009. – 163 с.

4. Ферромагнитный абразивный материал: пат. № 16981 Респ. Беларусь, МПК8, С 9К 3/14, В 24D 3/34, С 23С 8/68 / Ф.И. Пантелеенко, Г.В. Петришин, В.М. Быстренков, Е.Н. Демиденко, А.Ф. Пантелеенко. МПК8, С 9К 3/14, В 24D 3/34, С 23С 8/68; опубл. 30.04.2013 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 2. – С. 104 – 105.

**УДК 539.216.2(045)**

## **ТОНКОПЛЕНОЧНЫЕ РАСТВОРНЫЕ ФТОРСОДЕРЖАЩИЕ ПОКРЫТИЯ**

**А. В. Брижевич, Ю. В. Калинин**

*Солигорский Институт проблем ресурсосбережения  
с опытным производством, Солигорск*

В номенклатуре ингибиторов изнашивания металлополимерных систем особое место занимают фторсодержащие материалы, которые применяются в виде деталей трения (композиционных и металлопластовых подшипников скольжения, сепараторов подшипников качения, подвижных и торцевых уплотнений), покрытий и тонких пленок на рабочих поверхностях деталей и обрабатываемого инструмента, компонентов (присадок) пластичных смазок, смазочно-охлаждающих технологических сред, гид-