

**Висновки.** Таким чином, до практичного застосування рекомендується спосіб електроерозійного легування, що включає нанесення зносостійкого, високотвердого покриття тугоплавкими металами або їхніми карбідами та антифрикційним покриттям з міді, який відрізняється тим, що з метою підвищення мікротвердості, зносостійкості

та зменшення шорсткості поверхні, спочатку наносять шар покриття з міді при енергії розряду  $W_u = 0,016-0,019$  Дж, а потім шар покриття зі зносостійкого високотвердого металу або його карбіду, що обирається із групи Ti, V, W при енергії розряду  $W_u = 0,354-0,425$  Дж.

#### **Список використаної літератури:**

1. Гитлевич А.Е. Электроискровое легирование металлических поверхностей / Гитлевич А.Е., Михайлов В.В., Парканский Н.Я., Ревутский В.М. – Кишинев: Штинца, 1985. – 196 с.
2. А. с. 1734968 СССР, В 23 Н 9/00. Способ электроэрозионного легирования / В.Б. Тарельник, Е.А. Коломыцев, Л.А. Иванов, А.Г. Марченко, В.И. Тарадонов, В.Ф. Руденко, Ю.А. Серобабин, Г.Н. Анисимов.-заявл. 20.09.88; опубл. 23.05.92, Бюл. № 19.
3. Тарельник В.Б. Управление качеством поверхностных слоев комбинированным электроэрозионным легированием. / Тарельник В.Б. - Сумы, 2002.- МакДен.- 324 с.

*Представлены результаты исследований параметров качества поверхностных слоев, сформированных из твердых износостойких и мягких антифрикционных металлов, нанесенных на поверхность стальных деталей методом электроэрозионного легирования (ЭЭЛ).*

*Presented the researches results of surface layer parameters of quality which generated from hard wearproof and soft antifrictional metals, and coating on a steel parts surface by a electroerosive alloying method (EEA).*

Дата надходження в редакцію: 18.02.2012. р.  
Рецензент: д.т.н., професор Кочмола М.М.

УДК 621.791

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННЫХ ПОРОШКОВ**

**Е.В. Агеева**, к.т.н., доцент, Юго-западный государственный университет, г. Курск  
**Е.В. Агеев**, к.т.н., доцент, Юго-западный государственный университет, г. Курск

*В статье представлены результаты исследования технологических свойств порошков, полученных электроэрозионным диспергированием отходов твердых сплавов, которые позволили наметить перспективные области их практического применения.*

**Ключевые слова:** *отходы твердых сплавов, электроэрозионное диспергирование, порошок, технологические свойства.*

Спеченные твердые сплавы имеют в современной технике очень большое значение. Основой большинства применяемых твердых сплавов является карбид вольфрама. Анализ исследовательских работ в области вольфрамсодержащих твердых сплавов показывает, что большинство из них связано с вопросом экономии вольфрама. Этот вопрос имеет весьма актуальное значение в связи с дефицитом, дороговизной и непрерывным расширением областей применения вольфрама. С экономией вольфрама тесно связаны мероприятия по сбору отходов твердых сплавов и их переработка. В отечественной и зарубежной промышленности в настоящее время применяют несколько методов переработки отходов твердых сплавов, которые в большинстве своем характеризуются крупнотоннажностью, энергоёмкостью, большими производственными площадями, малой производительностью, а также экологическими проблемами [1]. Одним из перспективных

методов получения порошка, практически из любого токопроводящего материала, в том числе и твердого сплава, отличающийся относительно невысокими энергетическими затратами и экологической чистотой процесса, является метод электроэрозионного диспергирования (ЭЭД) [2].

Широкое использование метода ЭЭД для переработки вольфрамсодержащих твердых сплавов в порошки с целью их повторного использования сдерживается отсутствием в научно-технической литературе полноценных сведений по влиянию исходного состава, режимов и среды получения на свойства порошков и технологий практического применения. Поэтому для разработки технологий повторного использования порошков, полученных из отходов вольфрамсодержащих твердых сплавов, и оценки эффективности их использования требуется проведение комплексных теоретических и экспериментальных исследований.

Кроме того, одной из основных проблем развития современного машиностроения является повышение качества, надежности и долговечности деталей, узлов и механизмов. Одной из основных причин выхода из строя является их изнашивание. При большом многообразии видов и механизмов изнашивания в машиностроении одной из актуальных проблем является повышение качества деталей, работающих в условиях абразивного и коррозионно-абразивного изнашивания, характерных для сельхозмашин, автомобилей, дорожно-строительных, пищеперерабатывающих машин, горнодобывающего оборудования и т.д. Эта проблема может быть решена за счет применения эффективных методов изготовления, восстановления и упрочнения деталей машин путем применения специальных материалов, обеспечивающих получение покрытия с заданными физико-механическими свойствами. Такими материалами, с точки зрения цены и качества, являются, прежде всего, порошковые твердые сплавы, полученные из отходов вольфрамсодержащих твердых сплавов. Практическое применение таких порошков сдерживается отсутствием в научно-технической литературе полноценных сведений о их технологических, физических и химических свойствах [3].

Целью настоящей работы являлось исследование технологических свойств порошков, полученных электроэрозийным диспергированием отходов твердого сплава марок ВК8, Т15К6 и ТТ20К9.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- исследование прессуемости порошков;
- исследование насыпной плотности порошков.

При решении поставленных задач использовали современные методы испытаний и исследований, в том числе:

- исследование прессуемости порошков проводили на прессе ПГ-25. Геометрические

размеры образца определяли с помощью микрометра МК 25 (ГОСТ 6507-90), а массу – с помощью аналитических весов ВСЛ-200/0,1А;

– насыпную плотность порошков определяли в соответствии с ГОСТ 19440-94.

Методика определения прессуемости порошков заключалась в следующем. Исследование прессуемости порошков проводили на прессе ПГ-25. Геометрические размеры образца определяли с помощью микрометра МК 25 (ГОСТ 6507-90), а массу – с помощью аналитических весов ВСЛ-200/0,1А. Фиксированный объем порошка засыпали в пресс-форму, прикладывали усилие, полученный образец подвергли измерениям (масса, геометрические размеры).

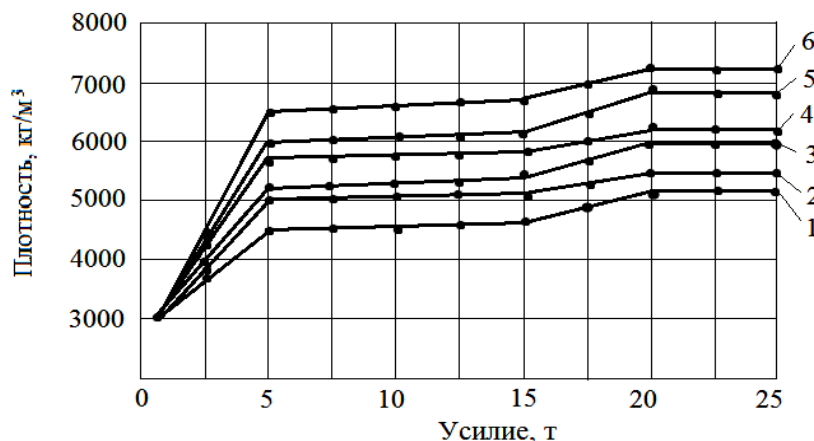
Методика определения насыпной плотности порошков заключалась в следующем. Исследование насыпной плотности порошков проводили по ГОСТ 19440-94. Проба для испытаний отбиралась по ГОСТ 23148. Сущность метода состоит в измерении массы определённого количества порошка на весах аналитических ВСЛ-200/0,1А, который заполняет ёмкость (стакан) известного объема. Насыпную плотность  $\rho_{ac}$  (г/см<sup>3</sup>), вычисляли по формуле

$$\rho_{ac} = m/V,$$

где  $m$  – масса испытуемого порошка в ёмкости (стакане), г;

$V$  – вместимость ёмкости, см<sup>3</sup>.

Результаты исследования прессуемости порошков представлены на рис. 1. Экспериментально установлено, что порошки, полученные ЭЭД отходов твердых сплавов, обладают достаточно хорошей прессуемостью. Показано, что порошки из сплава ВК8 обладают лучшей прессуемостью по сравнению с порошками из сплавов ТТ20К9 и Т15К6. Отмечено также, что порошки, полученные в керосине осветительном, обладают лучшей прессуемостью по сравнению с порошками, полученными в воде дистиллированной, поскольку они имеют меньшую дисперсность.

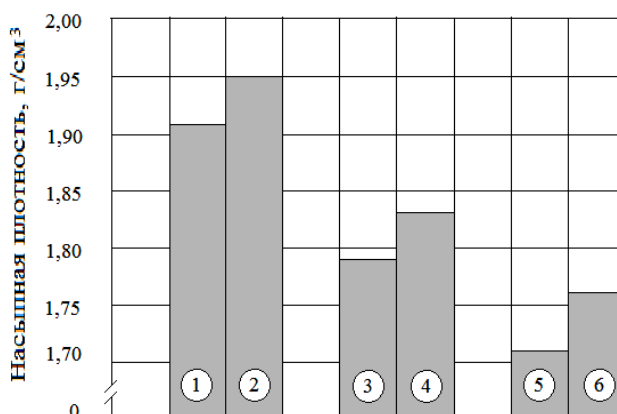


**Рис. 1. Прессуемость порошков, полученных ЭЭД твердого сплава марки:**

1 – ВК8 в керосине, 2 – ВК8 в воде, 3 – ТТ20К9 в керосине, 4 – ТТ20К9 в воде, 5 – Т15К6 в керосине, 6 – Т15К6 в воде

Результаты исследования насыпной плотности порошков представлены на рис. 2. Установлено, что порошки из сплава ВК8 имеют большую насыпную плотность по сравнению с порошками из сплавов ТТ20К9 и Т15К6. Отмечено так-

же, что порошки, полученные в керосине осветительном, имеют большую насыпную плотность по сравнению с порошками, полученными в воде дистиллированной, поскольку имеют также меньшую дисперсность.



**Рис. 2. Насыпная плотность порошков, полученных ЭЗД твердого сплава марки:**  
 1 – ВК8 в воде, 2 – ВК8 в керосине, 3 – ТТ20К9 в воде, 4 – ТТ20К9 в керосине, 5 – Т15К6 в воде, 6 – Т15К6 в керосине

Проведенные исследования технологических свойств твердосплавных электроэрозионных порошков позволили наметить перспективные области их практического применения, а именно:

- наплавка (электроконтактная, плазменно-порошковая, наплавка под слоем флюса, наплавка в среде защитных газов и т.д.);
- гальваническое нанесение покрытий (железнение, хромирование, никелирование и т.д.);
- напыление (детонационное, плазменное,

газодинамическое и т.д.);

– изготовление новых пластин спеченных твердых сплавов и др.

**Работа в рамках реализации Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы (соглашение № 14.В37.21.1845).**

#### Список использованной литературы:

1. Зеликман, А.Н. Получение твердых сплавов из регенерированных смесей WC-Co, полученных из кусковых отходов цинковым методом [Текст] / А.Н. Зеликман, Т.В. Каспарова, С.И. Биндер // Цветные металлы. – 1993. – №1. – С. 47–49.
2. Дворник, М.И. Разработка физико-химических и технологических основ переработки вольфрамокобальтового твердого сплава электроэрозионным диспергированием [Текст]: дисс. ... канд. техн. наук / Дворник Максим Иванович. – Хабаровск, 2006. – 116 с.
3. Кипарисов, С.С. Порошковая металлургия [Текст] / С.С. Кипарисов, Г.А. Либенсон – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1991. – 319 с.

*У статті представлені результати дослідження технологічних властивостей порошків, отриманих електроерозійним диспергуванням відходів твердих сплавів, які дозволили наметити перспективні області їх практичного застосування.*

**Ключові слова:** відходи твердих сплавів, Електроерозійна диспергування, порошок, технологічні властивості.

*The results of the study of technological properties of powders obtained by dispersing electroerosion waste carbide, which allowed them to identify promising areas for practical application.*

**Key words:** waste of hard alloys, electro-dispersion, powder processing properties.

Дата надходження в редакцію: 12.05.2012

Рецензент: д.ф.-м.н., професор Кузема О.С.