

уменьшение её толщины. Уменьшение толщины парогазовой оболочки приводит к повышению плотности рабочего тока и, соответственно, производительности процесса нанесения покрытий.

Установлено, что формирование качественных покрытий возможно в следующих диапазонах технологических параметров: концентрация электролита – 16–24 %, температура электролита – 75–90 °С, рабочее напряжение – 200–260 В, продолжительность обработки – 30–90 с.

Исследование технологических особенностей метода позволило сделать вывод о том, что наиболее перспективной областью его применения является нанесение гальванических покрытий на поверхности плоских и цилиндрических профилей бесконечной длины, получаемых прокаткой и волочением и требующих защиты от коррозии. В частности, метод может быть использован для нанесения покрытий на поверхность катанки, ленты, листа, проволоки, прутка, арматуры и др.

УДК 661.665.2.022.51:661.185

### **Импульсное электроконтактное спекание модифицированных порошков на основе отходов твердых сплавов**

<sup>1</sup>Горанский Г.Г., <sup>2</sup>Полюян А.И., <sup>1</sup>Поболь А.И., <sup>1</sup>Пайташ А.Н.

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет,

<sup>2</sup>Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси

В работе доказана возможность получения импульсным электроконтактным спеканием (ИЭС) порошковых композиций и изделий на основе отходов (стружка) твердых сплавов, модифицированных аморфизированными порошковыми добавками системы Fe–Ni–Mo–Co–Cr–B–Si, с достаточно высоким и стабильным уровнем механических свойств.

Создание порошков осуществлено механосинтезом и последующим диспергированием в аттриторе. Введение модифицирующей добавки выполнено с целью повышения формуемости композиции, снижения термобарических параметров ее компактирования, повышения свойств. Содержание добавки составляло 5 и 10 мас. %. Совместный сухой помол сопровождался плакированием материалом добавки поверхности частиц твердого сплава. Степень плакирования зависела от количества добавки и составляла в пределе до 38% поверхности частиц. Толщина слоя – 2–4 мкм.

ИЭС выполнялось на установке УЭКС-2 с модернизированным блоком управления РКС-801М. Для первого состава композиита оптимальный режим спекания:  $I_n=7,5$  кА;  $p = 40$  МПа;  $t_n = 10$  с; время импульсов и пауз  $t_{имп}$ ,  $пауз = 0,02$  с; общее время цикла  $t_{ц} = 60$  с, для второго состава:  $I_n=6,2$  кА;  $p = 35$  МПа;  $t_n = 10$  с; время импульсов и пауз  $t_{имп}$ ,  $пауз = 0,02$  с;

общее время цикла  $t_{ц} = 60$ с. Были изготовлены рабочие элементы правящих фильер, имеющие форму втулки с наружным диаметром  $\varnothing 20$  мм, внутренним диаметром  $\varnothing 10$  мм и высотой  $h_{10}$  мм. Пайка рабочих элементов фильер к корпусу стальной обоймы осуществлена на той же установке УЭКС-2 с применением соответствующей оснастки. Припоем служил тот же порошок твердого сплава, что и для рабочего элемента фильеры.

Для первого состава на торцах рабочего элемента твердость составила HRC 60-63, по образующей на боковой поверхности – HRC 58-60, снижаясь к центральной части образца. Для второго состава соответственно: на торце HRC 60-63 и по образующей – HRC 56-60.

Пористость образцов после ЭИС распределена относительно равномерно по высоте и радиальному сечению и составляла около 6-10%. Средний размер пор – 8-18 мкм, отдельные поры достигали максимальных размеров в 40 мкм. Плотность материала составила 14,4-14,6 г/см<sup>3</sup>, работа разрушения – 28 МДж/м<sup>3</sup>.

УДК 661.665.2.022.51:661.185

### **Механические и триботехнические свойства модифицированных порошков на основе отходов твердых сплавов после импульсного электроконтактного спекания**

<sup>1</sup>Горанский Г.Г., <sup>2</sup>Жорник В.И., <sup>2</sup>Полуян А.И., <sup>1</sup>Поболь А.И., <sup>1</sup>Пайташ А.Н.

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет,

<sup>2</sup>Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси

Модифицирование шихты на основе стружки ВК8 перед импульсным электроконтактным спеканием (ИЭС) добавками аморфизированных сплавов систем Fe-Ni-Mo-Co-Cr-B-Si (состав 1) и Ni-Cr-Si-B (состав 2) приводит к возрастанию прочностных и пластических свойств композитов. В частности, предел прочности при сжатии увеличивается в 1,2-1,7 раза, пластичность – в 1,5-1,9 раза, а твердость по Виккерсу – на 200-2200 МПа (таблица).

Максимальная износостойкость твердых сплавов (ТС) достигается при концентрации модификатора 5 мас.%. Интенсивность изнашивания  $I_q$  для ТС с 5 мас.% Fe-Ni-Mo-Co-Cr-B-Si, в 2,1 раза, а для ТС с 5 мас.% Ni-Cr-Si-B – в 1,2 раза ниже по сравнению с ТС, спеченным без добавок модификатора.

Рост концентрации модификатора до 10 мас.% снижает износостойкость ТС. В то же время лучшие антифрикционные свойства (коэффициент трения в 1,4-1,7 раза ниже по сравнению с ТС без