

УДК 621.762

**ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОЕ ПРЕССОВАНИЕ
И СПЕКАНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОРОШКОВ
НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА
С ДОБАВКОЙ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ИНТЕРМЕТАЛЛИДА
СИСТЕМЫ ЖЕЛЕЗО-ОЛОВО**

Д. В. МИНЬКО, К. Е. БЕЛЯВИН, В. К. ШЕЛЕГ
Белорусский национальный технический университет, Беларусь

Определены технологические режимы электроимпульсного прессования и спекания композиционных порошков на основе железа с добавками нанокристаллического интерметаллида FeSn в количестве 1%, 2%, 5% и 10%. Представлены результаты измерений величины относительной плотности и удельного электросопротивления экспериментальных образцов от параметров импульсного напряжения при электроимпульсном прессовании и спекании.

Одним из способов создания композиционных материалов с повышенным комплексом функциональных характеристик является введение в порошковую шихту на этапе прессования, спекания или синтеза наноразмерных добавок различных неорганических соединений, оптимизированных по содержанию и дисперсности. При этом введенная добавка должна быть стабильной и химически инертной в процессе спекания композита и иметь равномерное распределение в объеме материала. Ключевым фактором является методология исследований влияния нанодобавок на технологические режимы получения и на эксплуатационные характеристики образцов получаемых материалов. Исследование технологических режимов электроимпульсного прессования и спекания композиционных порошков на металлической основе включает в себя выбор метода измерений электрических параметров импульсного тока и анализ влияния, как концентрации, так и дисперсности вводимых нанодобавок на структуру и свойства образцов получаемых материалов.

Материалы с использованием нанокристаллического интерметаллида FeSn могут иметь перспективы для применения в качестве экологически чистых коррозионностойких материалов. Показано, что интерметаллид FeSn может быть применен в качестве заменителей кадмия [1], который широко используется для защиты сталей от коррозии. Хотя кадмий чрезвычайно

токсичен и его применение не рекомендуется для антикоррозионных покрытий, он по-прежнему широко применяется в промышленности. Считается, что экологически безопасные материалы, полученные с использованием интерметаллида FeSn, могут обеспечить подходящую замену кадмию. Нанокристаллический интерметаллид FeSn также представляет большой интерес, поскольку он потенциально может сочетать барьерные свойства олова с преимуществами получения новых материалов, особенности структурных морфологий которых могут привести к значительно большей коррозионной стойкости. Исследования, сосредоточенные на изучении интерметаллидов на основе олова [2], показали, что нанокристаллические структуры интерметаллида FeSn с гораздо большей вероятностью позволят получать неравновесные состояния материалов.

Целью данной работы являлось исследование технологических режимов электроимпульсного прессования и спекания композиционных порошков на основе железа с добавками нанокристаллического интерметаллида FeSn.

В качестве матричного материала использовался порошок железа ПЖР 3. В качестве нанодобавки, вводимой в матричный материал, использовали порошок FeSn с содержанием олова 10 %, полученный методом механического легирования в среде аргона в шаровой планетарной мельнице с принудительным охлаждением. Равномерное распределение добавки в объеме композита достигалось путем механического перемешивания шихты в закрытом объеме в течение 72 часов в жидкости (изобутиловом спирте), инертной по отношению к смеси порошков и легко удаляемой из смеси после перемешивания. Экспериментальные исследования технологических режимов процесса электроимпульсного прессования и спекания шихты проводились на магнитоимпульсном прессе МИП-10/12 с использованием специально разработанной технологической оснастки.

Результатом исследования являются экспериментально определенные технологические режимы электроимпульсного прессования и спекания композиционных порошков на основе железа с нанодобавками FeSn в количестве 1%, 2%, 5% и 10%. Представлены результаты измерений величины относительной плотности и удельного электросопротивления экспериментальных образцов от параметров импульсного напряжения при электроимпульсном прессовании и спекании (рис.).

Показано, что величины относительной плотности экспериментальных образцов от напряжения разряда при различных концентрациях нанокристаллических порошков FeSn также увеличиваются. Повышение массовой концентрации нанодобавки FeSn приводит к снижению величины отно-

сительной плотности экспериментальных образцов. При напряжении разряда 6–8 кВ величина относительной плотности экспериментальных образцов достигает своих максимальных значений. При напряжениях разряда 8–10 кВ величина относительной плотности материала начинает уменьшаться. Введение в шихту нанокристаллического порошка интерметаллида FeSn позволило получить максимальную величину относительной плотности 90,3 % при напряжении разряда 6–7 кВ. Увеличение концентрации нанодобавки до 2 % и 3 % привело к уменьшению максимальной величины относительной плотности материала экспериментальных образцов. Результаты измерений величины удельного электрического сопротивления экспериментальных образцов показали, что добавка в шихту от 1 % до 10 % интерметаллида FeSn приводит к увеличению удельного электрического сопротивления от 1,5 до 4,5 раз в зависимости от величины напряжения разряда.

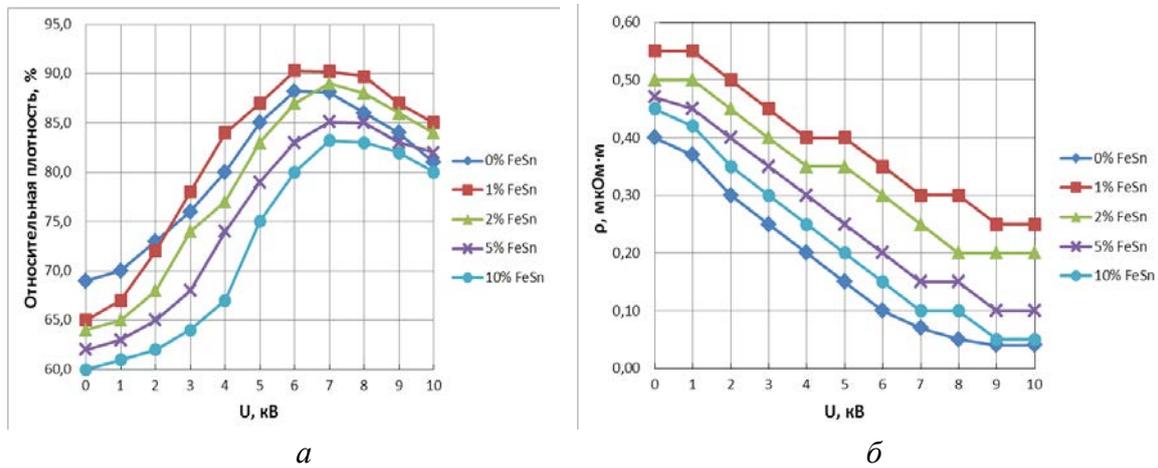


Рис. Зависимость величины относительной плотности (а) и удельного электрического сопротивления (б) экспериментальных образцов от напряжения разряда при разном процентном содержании интерметаллида FeSn при электроимпульсном прессовании и спекании

Установлено, что ведение нанокристаллического порошка интерметаллида FeSn в порошок железа ПЖР 3 способствует существенному измельчению структуры. Однако увеличение содержания добавки приводит к уменьшению пористости, и удельное электрическое сопротивление экспериментальных образцов снижается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Electrochem. Commun / K. Fu-Sheng [et al.]. – 2007. – 9. – 228.
2. Electrochem. Acta / N. Tamura [et al.]. – 2004. – 49. – 1949.