

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ И УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

УДК 621.7.9.044

А. В. Алифанов¹, И. А. Богданович¹, А. М. Милюкова², Ю. И. Кривонос², О. А. Толкачева²

¹Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь

²Государственное научное учреждение «Физико-технический институт Национальной академии наук Беларуси», Минск, Республика Беларусь

ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ СВОЙСТВ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СВЕРХПРОВОДЯЩЕЙ КЕРАМИКИ МЕТОДОМ ОБРАБОТКИ ИМПУЛЬСНЫМИ МАГНИТНЫМИ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ПОЛЯМИ

Введение. Изделия из высокотемпературных сверхпроводящих материалов могут применяться в различных областях науки и техники: при создании мощных магнитов, сверхпроводящих обмоток в электродвигателях и генераторах, для передачи и запаса электроэнергии, в металлургии, на транспорте, электронике и т. д. [1].

Существуют различные методы изменения структуры и повышения критических токов в высокотемпературных сверхпроводящих материалах. Например, данный результат может быть достигнут полным или частичным расплавлением исходного объемного материала, выращиванием монокристаллических структур, быстрым нагревом до расплавления поверхности с применением концентрированных импульсов энергии — пучков электронов, лазерных импульсов или импульсных магнитных и электрических полей большой напряженности.

Основная часть. В настоящее время наибольшее распространение получили высокотемпературные сверхпроводящие керамические материалы на основе иттрия и висмута.

Интерес представляет исследование воздействия импульсных магнитных полей на высокотемпературные сверхпроводящие керамические материалы при разных амплитудах и частотах разрядных токов.

Установлено экспериментально, что изменением крутизны фронта токового импульса, величины и частоты пульсации токов и магнитного поля можно эффективно управлять физико-механическими свойствами высокотемпературных сверхпроводниковых материалов различной природы, изготавливаемых в виде пленок, порошков, компактных изделий.

Предполагаем, что положительное влияние на изменение физико-механических свойств обусловлено эффектами, связанными, вероятно, с дополнительным расщеплением энергетических уровней атомов, расположенных на поверхности или вблизи дефектных областей вещества, что создает возможность избирательной локализации энергий и целенаправленного воздействия на протекание процессов и на структуру твердых тел. Наряду с квантовыми эффектами усиливается роль тока, давления и локальных тепловых воздействий.

Анализ литературных данных и патентной информации показал, что основное количество публикаций по использованию сильноточного электрического разряда в различных средах и сильного импульсного магнитного поля для обработки материалов посвящено вопросам получения высоких импульсных давлений и температур для процессов обработки материалов давлением, сварки, прессования-спекания порошковых материалов, воздействия на структуру и физические свойства с целью упрочнения, повышения износостойкости изделий и др. [2—8].

Существуют исследования по использованию сильного импульсного магнитного поля для получения высокотемпературной сверхпроводящей керамики путем обжига в серебряных оболочках [9]. Кроме того, показано, что применение давлением сильного импульсного магнитного поля может быть использовано в различных процессах обработки металлов.

Авторами [10] представлена оценка структурно-фазовых превращений в сталях под воздействием сильного импульсного магнитного поля большой напряженности. Отмечается существенное влияние сильного импульсного магнитного поля на фазовые превращения в материале при условии, что хотя бы одна из фаз сплава являлась ферромагнитной. Указано, что воздействие сильного импульсного магнитного поля сводится к смещению температуры начала перехода аустенита в мартенсит и увеличению количества мартенсита, образующегося при заданной температуре.

Импульсное магнитное поле, взаимодействуя с электропроводящим материалом, изменяет его тепловые и электромагнитные свойства, оказывает влияние на структуру. Вихревые токи, возникающие в проводящем материале, нагревают участки вокруг кристаллитов напряженных блоков и неоднородностей структуры. Градиент теплового потока от импульсного магнитного поля тем выше, чем менее однородна структура материала в местах концентрации остаточных или усталостных напряжений. Теплота, наведенная вихревыми токами, может уменьшать избыточную энергию, накопленную в материале.

Представляет интерес использование наведенных импульсным магнитным полем вихревых токов для частичного расплавления исходного материала высокотемпературной сверхпроводящей керамики аналогично воздействию пучков ионов, электронов или лазерного луча. Известны положительные результаты обработки высокотемпературной сверхпроводящей керамики импульсами лазера длительностью 1 мс с энергией до 80 Дж и последующим высокотемпературным обжигом керамики для насыщения поверхностного слоя кислородом [11]. При этом плотность критического тока в обработанном слое возрастала в 20 раз.

Заключение. Проведенный анализ состояния исследований и технологической практики в области получения высокотемпературных сверхпроводящих материалов подтверждает перспективность использования методов обработки на основе концентрированных импульсов энергии, в частности сильных импульсных магнитных и электрических полей, которые позволят получить заданные функциональные параметры высокотемпературных сверхпроводящих изделий с меньшими материальными и энергетическими затратами, чем с применением других известных методов, а в ряде случаев осуществить режимы комбинированного воздействия, доступные только данному методу.

Список цитируемых источников

1. Технология получения изделий из сверхпроводящих материалов: обзорная информация / А. В. Степаненко [и др.] // БелНИИТИ и техн.-эконом. исслед. ; Сер. 5513.— Минск 1990. — 33 с.
2. Способ спекания порошков : пат. США № 2355954 / Г. Кремер. — Оpubл. 15.08.1944.
3. Самсонов, Г. В. Горячее прессование / Г. В. Самсонов, М. С. Ковальченко. — Киев : Наукова думка, 1962. — 126 с.
4. Электроразрядное спекание : патент Японии № 3241956 / ИноуэКиёси. — Оpubл. 29.10.1963.
5. Goetzel, E. G. Electric discharge sintering of powders / E. G. Goetzel, V. S. de Macchi. // Power Metall Intern. — 1971. — Vol. 3, № 2. — 30 p.
6. Райченко, А. И. Стойкость материалов электродов-пуансонов и матриц в процессе электроразрядной обработки металлических порошков / А. И. Райченко О. Н. Рябинина // Электрон. обработка материалов. — 1977. — № 3. — С. 38—41.
7. Clyens, S. Mechanisms and methods of powder sintering / S. Clyens, S. Al-Hassani, W. Johnson. // Int. J. of Mechanical Sciences — 1976. — № 18. — 37 p.
8. Аль-Хассани, С. Т. Электроразрядное уплотнение порошков / С. Т. Аль-Хассани // Прогрессив. технолог. процессы в порошковой металлургии. — Минск : Вышэйш. шк., 1982. — С. 81—89.
9. Белый, И. В. Справочник по магнито-импульсной обработке металлов / И. В. Белый, С. М. Фертик, Л. Т. Хименко. — Харьков : Вицшак., 1997. — 168 с.
10. Закалка стали в магнитном поле : монография / М. А. Кривоглаз [и др.]. — М. : Наука, 1977. — 120 с.
11. Huang, I. G. Supercond. Sci. Technol / I. G. Huang, X. P. Jiang. — 1988. — V. 1, № 1. — P. 110—112.

УДК 621.9.02-589.22

Д. Д. Богдан, А. Н. Жигалов, Д. В. Лебёдко

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь

ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ КАЛИЙНОЙ РУДЫ ТАНГЕНЦИАЛЬНЫМИ ПОВОРОТНЫМИ РЕЗЦАМИ С ТВЕРДОСПЛАВНОЙ РЕЖУЩЕЙ ВСТАВКОЙ

Введение. При добыче калийной руды в Беларуси и других странах СНГ широко используются тангенциальные поворотные резцы. Они применяются для оснащения исполнительных органов горных комбайнов. Более 95 % действующих забоев оснащены комбайнами со шнековыми исполнительными органами и тангенциальными поворотными резцами. За последние 25—30 лет мощность двигателей узлов резания горных комбайнов увеличилась с 200—300 кВт до 1000 кВт и более. Так, современный комбайн может достигать постоянной производительности в 600 тысяч тонн руды в месяц. В связи с этим, нагрузка на тангенциальные поворотные резцы постоянно увеличивается. Очевидно, что в этих условиях задачи, связанные с повышением стойкостного ресурса резцов и эффективности процесса резания ими, приобретают весьма важное значение. Научные исследования для решения этих задач развиваются в двух основных направлениях. Первое — совершенствование технологии изготовления, изменение и совершенствование конструкции резца, подбор наиболее оптимальных материалов как державки, так и режущей вставки. Второе — оптимизация режимов резания и выбор наиболее подходящей схемы установки резцов на режущий орган.