

Мецлер А.А.

кандидат технических наук,
Волгодонский инженерно-технический институт – филиал
ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Литвинова Т.А.

кандидат технических наук,
Волгодонский инженерно-технический институт – филиал
ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Томилин С.А.

доцент, кандидат технических наук,
Волгодонский инженерно-технический институт – филиал
ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ЗАВИСИМОСТЬ ПОРИСТОСТИ ПОРОШКОВОЙ БРОНЗЫ ОТ СПОСОБА ПРИЛОЖЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ ПРЕССОВАНИЯ

При производстве высокоплотных порошковых деталей наряду с традиционной технологией [1] горячей штамповки пористых порошковых заготовок в последнее время находят применение технологии, заключающиеся в уплотнении порошковой шихты из насыпанного состояния при прямом пропускании электрического тока [2]. Данные технологии позволяют получать высокоплотные порошковые изделия даже из трудно прессуемых порошковых материалов без их предварительного отжига. Одной из разновидностей таких технологий является электроконтактное уплотнение.

В работах [3, с. 102–103; 4, с. 9–10] была установлена возможность получения методом электроконтактного уплотнения высокоплотного материала из бронзового порошка, обладающего низкой прессуемостью вследствие высокой микротвёрдости частиц, полученных распылением. Определены технологические режимы, позволяющие получать порошковые изделия с заданной плотностью, изучены механизмы явлений, которые имеют место при этом процессе и кинетику уплотнения в зависимости от технологических параметров. Проведенные исследования показали, что на плотность порошкового материала влияют такие технологические параметры электроконтактного уплотнения, как давление прессования, длительность пропускания электрического тока и его плотность.

Для более детального изучения влияния давления прессования и длительности пропускания электрического тока на свойства порошкового материала представляет интерес рассмотреть вариант электроконтактного уплотнения с циклическим приложением давления прессования при прочих равных условиях, аналогичных электроконтактному уплотнению бронзового порошка при постоянном приложении давления.

Ранее в работе [5] была замечена зависимость пористости получаемых образцов из железного порошка от способа приложения давления прессования. Пористость материала образцов, изготовленных с постоянным давлением, была больше значений пористости образцов, при изготовлении которых использовали

циклическое приложение давления.

Настоящая работа является продолжением исследования закономерностей формирования порошкового материала [3–5]. В ней на основании серии проведенных экспериментов была выявлена зависимость пористости образцов из бронзового порошка от способа приложения давления прессования, представленная на рис. 1.

Анализ результатов проведенных экспериментов указывает на существование зависимостей пористости образцов из бронзового порошка, обладающего низкой прессуемостью вследствие высокой микротвёрдости частиц, полученных распылением, от способа приложения давления прессования аналогичных образцам из железного порошка. Подобный эффект можно попытаться объяснить следующим образом. Известно [2], что из-за колебаний значения плотности в объёме металлического порошка, а значит электропроводности, при приложении к прессовке напряжения ток протекает неравномерно. Он концентрируется по линиям наименьшего сопротивления, и соответствующие участки прессовки подвергаются более интенсивному локальному нагреву, чем менее токопроводящие.

В результате соприкасающиеся участки частиц переходят в расплавленное состояние, что влечет за собой такое пространственное перераспределение частиц, которое имеет своим следствием повышение плотности. В этом случае давление прессования должно быть постоянным в течение всего времени протекания процесса, иначе в порошке образуется локальный жидкометаллический канал, через который произойдет короткое замыкание, в результате чего остальные контактные участки оказываются подверженными гораздо меньшему воздействию электрического тока, чем зоны материала, образующие короткозамкнутый контур.

На рис. 2 представлена схема электрического воздействия на металлический порошок при постоянном и циклическом давлениях прессования с учетом циклограммы соответствующих технологических параметров. Из рис. 2 видно, что когда на металлический порошок действует лишь давление прессования (стадия I), структура материала в случаях а) и б) идентична. При включении тока происходит быстрое уплотнение порошка (стадия II). Интенсивное уплотнение на этой стадии можно связать с наличием большого количества пор в порошковом материале.

Известно [2], что вследствие сгущений линий электрического тока (прерывистые линии на рис. 2) в районе пор должно происходить локальное повышение температуры, а возникающие вблизи пор градиенты температуры зависят от геометрии пор, плотности тока и пространственно-временных особенностей распространения тепла.

Таким образом, при электроконтактном уплотнении с постоянным давлением (рис. 2, а) уплотнение материала после включения тока происходит монотонно и непрерывно.

Постоянно оказываемое давление препятствует интенсивному разогреву приконтактных поверхностей частиц (стадия II, точки 1–2, 3–4) и способствует образованию новых контактных участков (стадия III, точки 5–6, 7–8). В результате энергии электрического воздействия недостаточно для образования сращивания на контактных поверхностях, что приводит к их разрыву.

При циклическом приложении давления (рис. 2, б), после первоначального уплотнения, вызванного его действием (стадия I), давление прессования временно

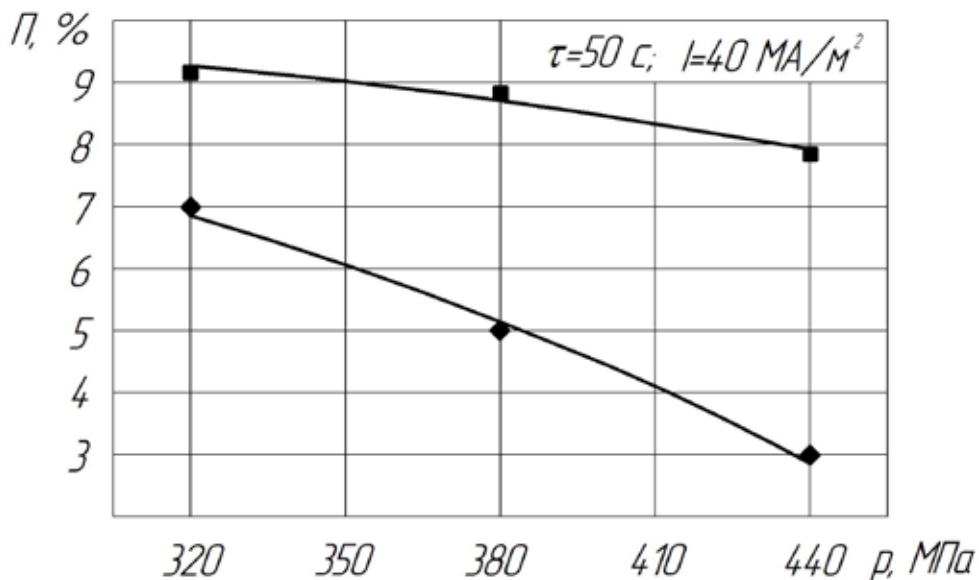
снимается, в результате чего происходит интенсивный разогрев частиц порошка и образование сращивания в приконтактной зоне (стадия II, точки 1–2, 3–4).

Вновь оказываемое давление приводит к образованию новых контактных участков (стадия III, точки 5–6, 7–8) и дальнейшему скачкообразному уплотнению. Таким образом, механизм электроконтактного уплотнения с циклическим приложением давления заключается в уплотнении бронзового порошка путем периодического нагрева и прессования.

Обобщая вышеописанные результаты исследований процесса электроконтактного уплотнения при различных способах приложения давления можно сделать вывод, что реализация схемы с циклическим приложением нагрузки обеспечивает возможность управления величиной контактного сопротивления частиц порошка, обуславливающей достижение заданной степени разогрева их приповерхностных объемов вследствие прохождения тока по путям наименьшего сопротивления.

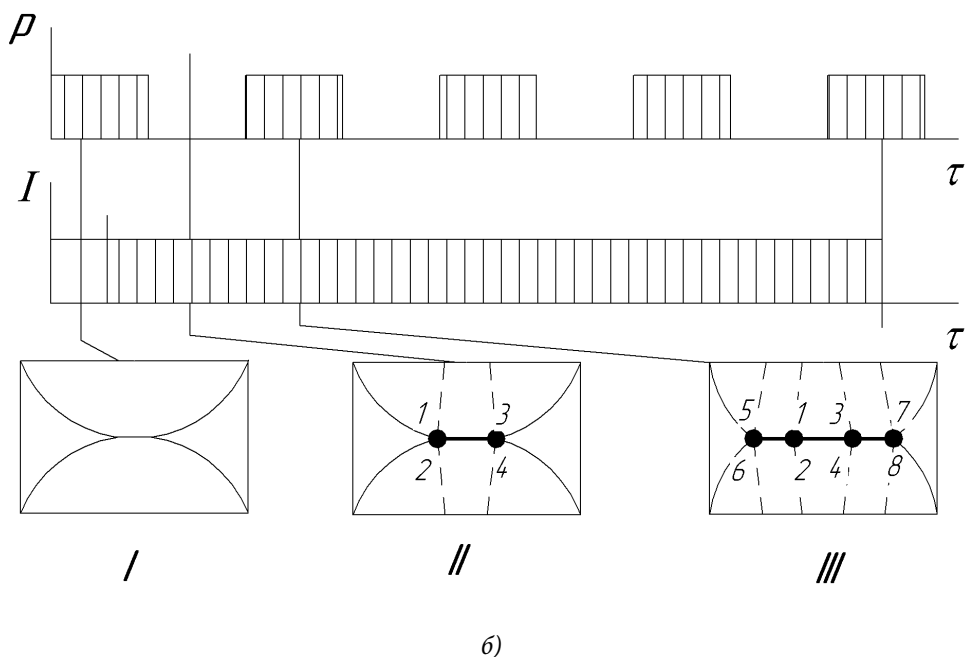
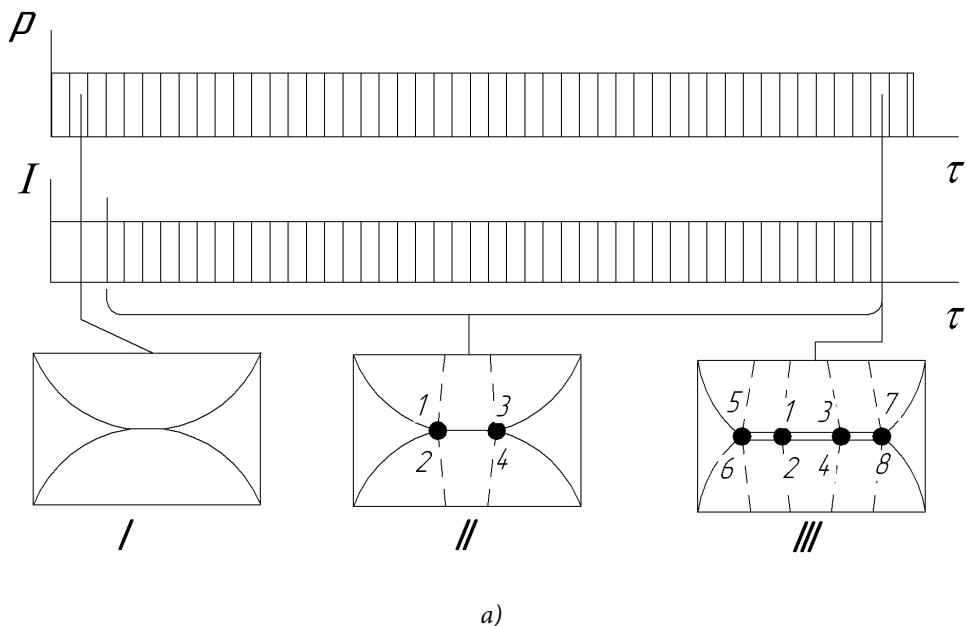
Литература

1. Дорофеев Ю. Г. Динамическое горячее прессование пористых материалов. М.: Metallurgy, 1977.– 122 с.
2. Райченко, А. И. Основы процесса спекания порошков пропусканием электрического тока. – М.: Metallurgy, 1987. – 122 с.
3. Егоров С. Н., Мецлер А. А. Исследование технологических параметров процесса ЭПУ при получении высокоплотных порошковых изделий [Текст] // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2005. – Спец. вып. – С.101–104.
4. Мецлер А. А. Влияние технологических режимов электропластического уплотнения на пористость порошковой бронзы [Текст] // Материалы и технологии XXI века : сб. ст. IV Междунар. науч.-техн. конф., 23-24 марта 2006 г. – Пенза, 2006. – С. 8–10.
5. Медведев Ю. Ю. Формирование порошкового материала при электропластическом уплотнении // Автореферат на соискание учёной степени канд. техн. наук: - Новочеркасск. – 2003. – 19 с.



«Зависимость пористости образцов от способа приложения давления прессования» рисунок 1:

– при постоянном давлении; – при циклическом давлении



«Схема стадийного электрического воздействия на металлический порошок с учетом циклограммы соответствующих технологических параметров» рисунок 2:
 а) – при постоянном давлении; б) – при циклическом давлении.