

5. Савицкая, Т. А. Съедобные полимерные пленки и покрытия: история вопроса и современное состояние (обзор) / Т. А. Савицкая // Полимер. материалы и технологии. – 2016. – Т. 2, № 2. – С. 6–36.
6. Утилизация упаковочных материалов как основа экологической безопасности: биоразлагаемые и съедобные материалы / И. Ю. Ухарцева [и др.] // Весн. Гродз. дзярж. ун-та імя Я. Купалы. Серыя 6, Тэхніка. – 2022. – Т. 12, № 1. – С. 74–89.
7. Упаковка пищевых продуктов: материалы, технологии, экология / И. Ю. Ухарцева [и др.] ; под ред. В. А. Гольдаде. – Минск : Беларус. навука, 2023. – 286 с.

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ ЧАСТИЦ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ПОРОШКОВ НА СТАБИЛЬНУЮ РАБОТУ ВИБРОДОЗАТОРА В ПРОЦЕССЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ НАПЛАВКИ

С. В. Рогов, В. Г. Гаврилин

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Д. Л. Стасенко

Исследована форма частиц порошка и их принудительная подача в зону наплавки с помощью вибрационного дозирующего устройства. Также проведен анализ основных факторов, влияющих на равномерность подачи порошка при ЭМН: режимы, время работы дозатора, гранулометрический состав порошка.

Ключевые слова: порошок, вибродозатор, электромагнитная наплавка, подача.

Все большую актуальность, особенно в Республике Беларусь, приобретают ресурсосберегающие, восстанавливающие и ремонтные технологии. Нанесение износостойких покрытий позволяет резко сократить расход дорогостоящих легированных материалов и тем самым существенно повысить надежность деталей и в целом машин. Электромагнитная наплавка (ЭМН) представляет собой один из перспективных методов создания таких поверхностей [1].

Целью данного исследования является изучение зависимости величины подачи порошковых материалов от гранулометрического состава порошков и угла наклона лотка дозирующего устройства.

Ранее проведенные исследования показали, что масса покрытия пропорциональна изменению подачи порошка. Возможность регулировки подачи, т. е. управление этим технологическим параметром, зависит от работы дозирующего устройства. В данном исследовании была применена ранее описанная в работе [2] схема вибрационного дозирующего устройства.

При проведении эксперимента были использованы ферроборФБ-3 ГОСТ 14848–69 (размер частиц 315–400 мкм) и порошкибористого чугуна БЧ-1, БЧ-2 (размер частиц 315–400 мкм). Масса подаваемого порошка (величина подачи) определялась взвешиванием на аналитических весах ВЛК-500 с точностью до 0,001 г. Величину подачи порошка определяли усреднением результатов пяти опытов. Время подачи определялось секундомером с точностью до 0,05 с.

Воздействие вибрации на сыпучие тела вызывает возникновение в них изменений, особенности которых обуславливаются интенсивностью вибрации. По мере увеличения интенсивности вибрации в пределах амплитудных ускорений, не превышающих ускорения свободного падения, сыпучее тело приобретает подвижность, псевдотекучесть. Такое состояние сыпучего тела принято называть состоянием псевдооживления. В этом состоянии сцепление между частицами ослабевает, достигается

более компактная утрямбовка частиц. Вместе с этим сыпучее тело уплотняется и уменьшается число пор. Наибольшее уплотнение достигается при амплитудных ускорениях колебаний, близких к ускорениям свободного падения [3–5].

Увеличивая интенсивность вибрации, частицы порошка начинают терять контакт с вибрирующим рабочим органом, связи между частицами порошка уменьшаются и периодически нарушаются; сыпучее тело переходит как бы в состояние кипения. Это состояние, называемое виброкипением, характеризуется разрыхлением сыпучего тела и усиленной циркуляцией составляющих его частиц.

Переход от виброоживления к виброкипению происходит либо при сообщении сыпучему телу ускорений колебаний определенного уровня, либо при достижении определенного энергетического уровня. Переход от виброоживления к виброкипению осуществляется, как правило, при ускорениях, превышающих ускорение свободного падения. Критические ускорения и энергозатраты зависят от свойств сыпучего тела, толщины слоя, сил сцепления между частицами и других факторов.

При воздействии вибрации на мелкодисперсные сыпучие тела вследствие наличия значительных сил сцепления между частицами приходится применять значительно более интенсивные режимы колебаний, чем при обработке грубодисперсных сред.

На рис. 1 и 2 приведены результаты исследования процесса вибротранспортирования порошков различного гранулометрического состава.

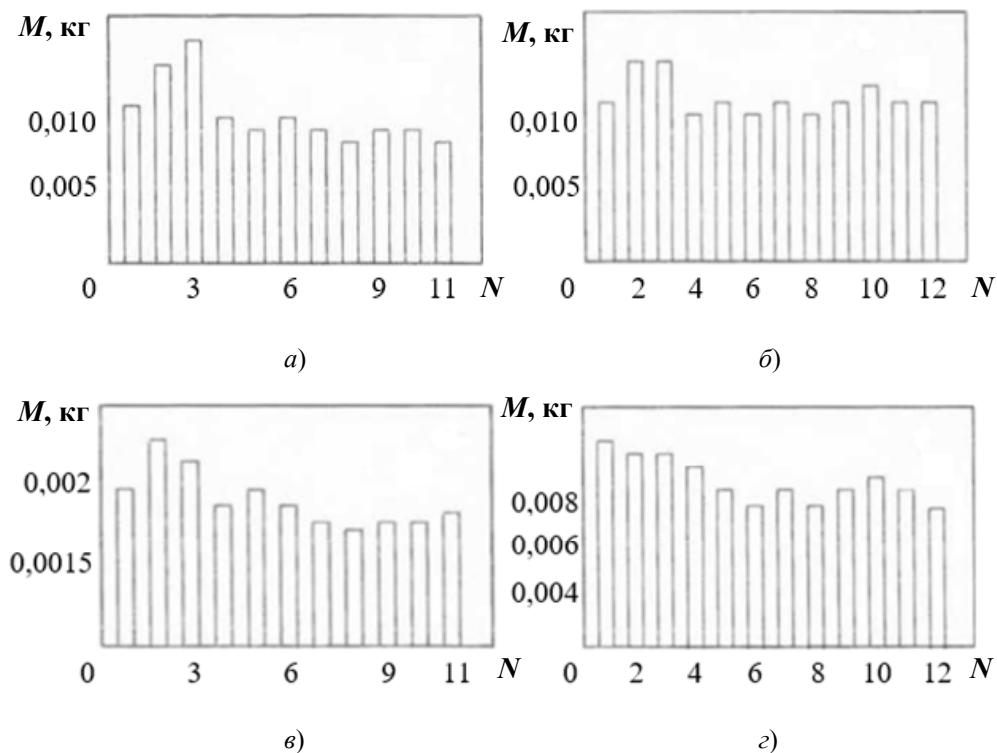


Рис. 1. Диаграммы стабильности величины подачи порошка M от количества циклов N работы дозатора:
 а – ФБ-3 (400); б – ФБ-3 (315); в – БЧ-1 (400); г – БЧ-2 (315).
 Интервал одного цикла – 20 с. Цифра в скобках указывает на номинальный размер частиц порошка в мкм

Из диаграмм на рис. 1 видно, что при увеличении размера частиц до 400 мкм наблюдается уменьшение подачи порошка, а не прогнозируемое увеличение. Также можно заметить, что для вибротранспортирования порошков со сферической формой (БЧ) вследствие наличия значительных сил сцепления между частицами приходится применять более интенсивные режимы вибрации, в отличие от порошков, имеющих форму частиц менее правильной формы (ФБ) (рис. 1).

Существует временной интервал, необходимый системе сыпучего тела на переход от состояния неустойчивой случайной структуры укладки, полученной в результате свободной засыпки, к состоянию «псевдооживления». Этот интервал составляет 60 секунд, что подтверждается аналогичными исследованиями других авторов [5, 6] (рис. 2).

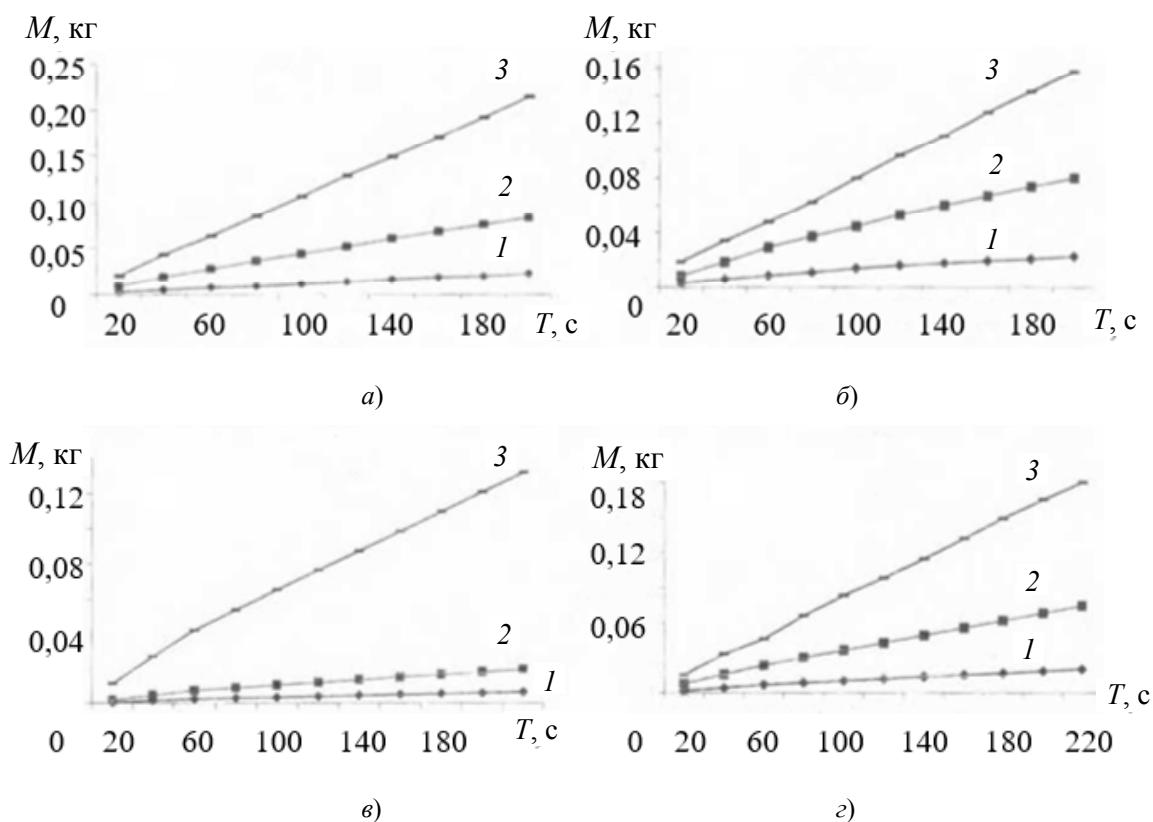


Рис. 2. Зависимость величины подачи (M) от времени работы устройства и угла наклона лотка устройства:
 а – ФБ-3 (315 мкм); б – ФБ-3 (400 мкм); в – БЧ-1 (400 мкм); г – БЧ-2 (315 мкм):
 1 – угол наклона 10°; 2 – угол наклона 30°; 3 – угол наклона 50°

На рис. 2 также четко прослеживается у порошков различного гранулометрического состава зависимость подачи от угла наклона дозатора: с увеличением угла наклона лотка увеличивается подача порошка.

Основываясь на экспериментально полученных данных, можно сделать некоторые выводы: порошки со сферической формой частиц (БЧ) требуют более интенсивных режимов вибрации при вибротранспортировании, в отличие от порошков, имеющих форму частиц менее правильной формы (ФБ). Таким образом, управлять величиной подачи легче у порошков с частицами менее правильной формы.

Литература

1. Пантелеенко, Ф. И. Самофлюсующиеся диффузионно-легированные порошки на железной основе и защитные покрытия из них / Ф. И. Пантелеенко. – Минск : Технопринт, 2001. – 300 с.
2. Гринкевич, И. В. Устройство для электромагнитной наплавки наружных цилиндрических поверхностей / И. В. Гринкевич, М. П. Кульгейко, С. В. Рогов // Материалы, технологии, инструменты. – 2000. – № 2. – С. 100–102.
3. Кожуро, Л. М. Технологические основы восстановления и упрочнения деталей машин ЭМН : дис. ... д-ра техн. наук / Л. М. Кожуро. – Минск : Белорус. аграр. техн. ун-т, 1985.
4. Алмазно-абразивная обработка и упрочнение в магнитном поле / П. И. Ящерицын [и др.]. – Минск : Навукаі тэхніка, 1998.
5. Блехман, Н. И. Что может вибрация?: О «вибрационной механике» и вибрационной технике / Н. И. Блехман. – М. : Наука, 1988.
6. О вибрационном уплотнении в порошковой металлургии / В. И. Лихтман [и др.] // Докл. АН СССР. – 1960. – Т. 134, № 5. – С. 1150–1152.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ТРЕХМЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А. А. Кашперов, Д. А. Довгало, Д. С. Чувашов, И. А. Галушкин

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Ж. В. Кадолич

Показано, что симбиоз компьютерного моделирования и 3D-печати позволяет смоделировать и изготовить изделие медицинской техники с высокой точностью геометрических параметров. С помощью 3D-моделирования разработаны конструкции тотального эндопротеза височно-нижнечелюстного сустава и аноскопа, который обеспечивает максимально точное и эффективное исследование области прямой кишки, а также улучшает эргономические условия клинической практики. Сделан вывод, что 3D-печать способна конкурировать с традиционными способами изготовления изделий медицинского назначения.

Ключевые слова: эндопротезирование, проктология, 3D-моделирование, 3D-печать.

Аддитивные технологии могут быть применены во многих отраслях и в настоящее время позволяют изготавливать значительное количество медицинских изделий, которые помогают в диагностировании и лечении, преодолении последствий заболеваний опорно-двигательного аппарата, сердечно-сосудистых, проктологических и других распространенных проблем со здоровьем. Следует отметить, что разработка изделий медицинской техники осуществляется, как правило, совместными усилиями специалистов естественных и технических наук. Рассмотрим несколько примеров применения аддитивных технологий, апробированных в отношении изделий медицинской техники в ходе выполнения научно-исследовательских работ на кафедре «Материаловедение в машиностроении» Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого.

Эндопротезирование. На сегодняшний день эндопротезирование является одной из самых быстрорастущих отраслей медицины. Однако традиционные методы производства эндопротезов накладывают ряд ограничений на их использование. Поэтому все большее внимание специалистов направлено на реализацию преимуществ цифровых технологий, в частности, на возможность совместить компьютерное моделирование эндопротеза с его быстрым изготовлением при использовании методов 3D-печати.