

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ АППАРАТЫ С НЕПОСРЕДСТВЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ФЕРРОМАГНИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ

Эсауленко В. А., Черников В.Ю., Мерзликин Э.С., Никорюк Н.С.
Донецкий государственный технический университет

The article examines the problem of use electromagnetic fields in the technological systems and means of transport with direct influence of electromagnetic field on the pouring ferromagnetic materials. The results obtained can be used in the sphere of metallurgy, energetics and ferrite production.

В Донецком государственном техническом университете разработано и защищено авторскими свидетельствами на изобретения несколько перспективных электромагнитных аппаратов, которые имеют преимущества по сравнению с аналогами и используют непосредственное воздействие электромагнитных полей индукторов на сыпучий ферромагнитный материал.

Для решения ряда технологических и транспортных задач в энергетике, машиностроении, металлургии и производстве новых материалов предложены и апробированы следующие устройства:

- электромагнитные дробебетные устройства,
- электромагнитные подъемники ферромагнитного материала,
- электромагнитные импульсные формовочные устройства,
- импульсные устройства намагничивания эластичных магнитных вставок с использованием ферритового наполнителя,
- электромагнитные устройства прессования ферритов.

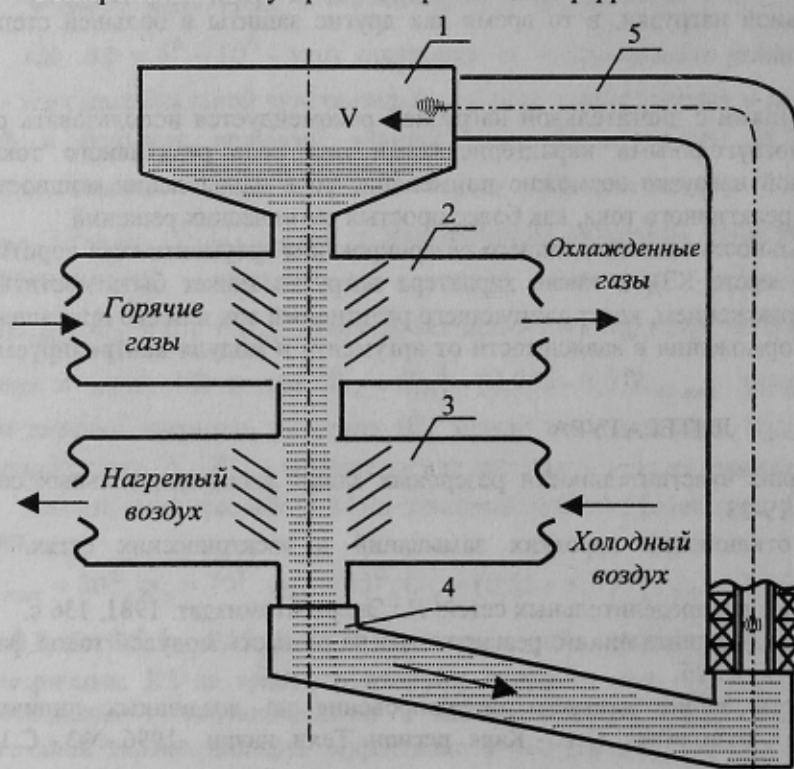


Рисунок 1 - Воздухонагреватель газотурбинной установки с электромагнитным подъемником теплоносителя.

- 1 - загрузочный бункер теплоносителя (чугунная дробь),
- 2 - камера нагрева теплоносителя, 3 - камера охлаждения теплоносителя, 4 - приемный бункер, 5 - электромагнитный подъемник теплоносителя.

соленоидного типа, которые позволяют осуществлять замкнутый цикл движения ферромагнитного теплоносителя в утилизаторе тепла (воздухонагревателе) по наиболее простой схеме с минимальными потерями тепловой энергии.[5, 6].

Электромагнитные дробебетные устройства обладают рядом важных преимуществ и могут быть использованы для очистки и улучшения качества поверхности литья, сварных изделий и проката, для очистки котельного оборудования энергетических установок от накипи, для ввода ферромагнитных дисперсных материалов в струю жидкого металла при непрерывной разливке стали и в ряде других технологических процессах.[1, 2, 3, 4]. При применении в качестве абразивного материала чугунной дроби и сечки стальной проволоки в лабораторном образце дробебетного устройства достигнута максимальная скорость вылета порций абразива порядка 30 м/с. Использование схемы электропитания металлических соленоидов устройства от батареи импульсных конденсаторов позволяет повысить скорость вылета абразива до 40-45 м/с.

Электромагнитные подъемники ферромагнитного материала перспективны в системах утилизации тепла газотурбинных установок электрических станций и представляют собой транспортирующие устройства

На рис.1 представлен один из вариантов воздухоподогревателя с использованием электромагнитного подъемника ферромагнитного сыпучего теплоносителя (чугунная дробь). Устройство работает следующим образом. Чугунная дробь поступает под действием гравитационных сил из загрузочного бункера 1 в камеру 2, где нагревается за счет тепла продуваемых через камеру горячих газов газотурбинной установки, а затем в камеру 3, где охлаждается продуваемым через нее холодным воздухом. Из этой камеры теплоноситель перемещается в приемный бункер 4 и затем поднимается электромагнитным подъемником 5 в загрузочный бункер 1. Таким образом, осуществляется замкнутый цикл движения теплоносителя с передачей тепла от горячих газов газотурбинной установки к холодному воздуху.

Электромагнитный подъемник представляет собой систему соленоидов, охватывающих неферромагнитный трубопровод, внутри которого под воздействием электромагнитных сил подъемника осуществляется перемещение ферромагнитного сыпучего теплоносителя. Соленоиды подъемника разделены на группы (фазы), каждая из которых питается своим током. Фазовые токи групп соленоидов одинаковы по величине и сдвинуты во времени друг относительно друга на один и тот же временной промежуток.

Разработанный в ДонГТУ электромагнитный подъемник теплообменника производительностью около 10 т/ч. испытан на полигоне института ВНИПИтрансгаз в г. Киеве. Это устройство может найти также применение в системе подачи топлива тепловых электрических станций для подъема чугунных шаров в шаровые мельницы и в ряде других случаев.

Электромагнитные импульсные формовочные устройства (рис. 2) предназначены для намагничивания, разгона и уплотнения ферромагнитного формовочного материала в опоках и являются основным элементом технологических линий магнитной формовки по разъемным извлекаемым моделям [2, 7, 8, 9, 10]. Применение этих устройств позволяет значительно улучшить санитарно-гигиенические условия работы в литейных цехах, осуществить комплексную механизацию и автоматизацию литейного производства и улучшить технико-экономические показатели получаемых изделий. Анализ патентов, авторских свидетельств и публикаций по методам и устройствам магнитной формовки свидетельствует о том, что перспективными являются магнитотвердые формовочные материалы и электромагнитные импульсные формовочные устройства с двумя металельными соленоидами и конденсаторной схемой электропитания.

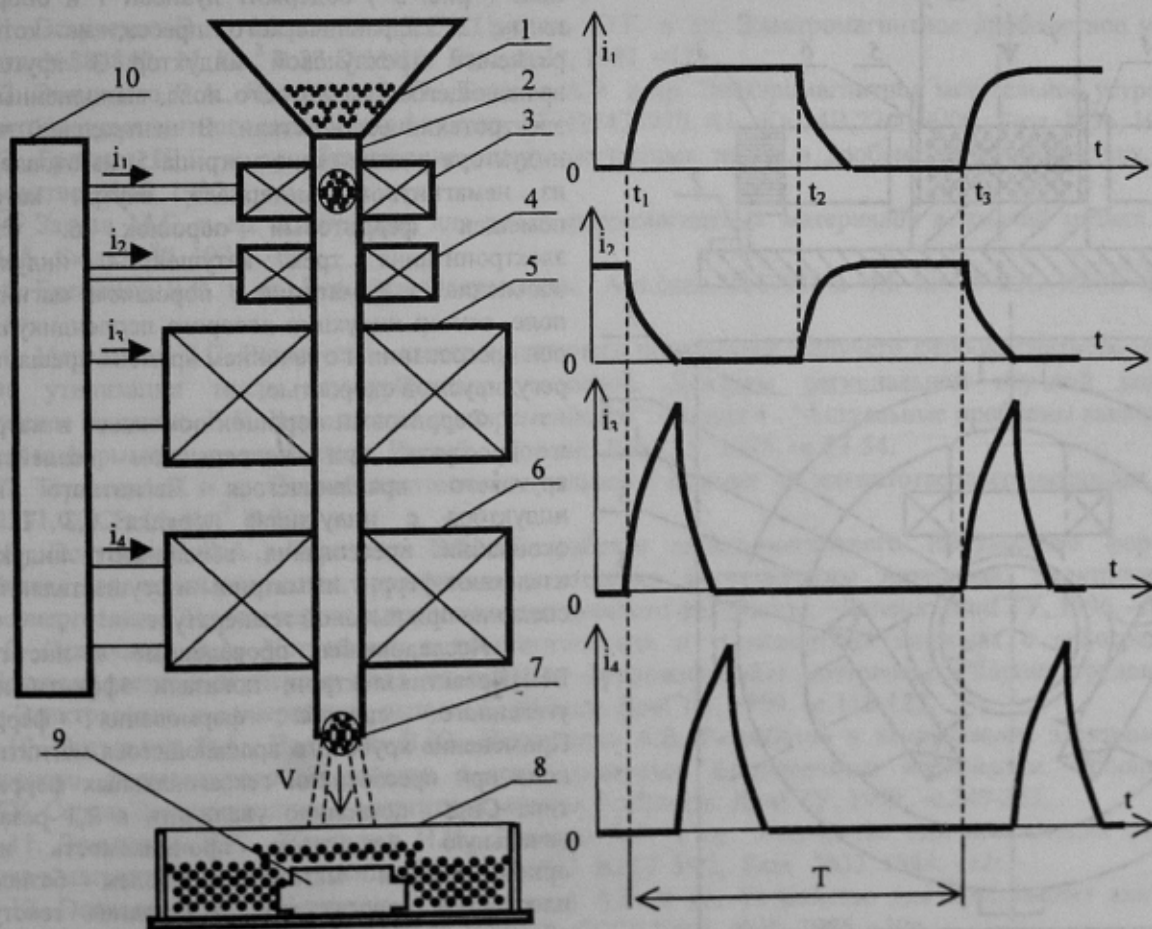


Рисунок 2 - Схематическое изображение электромагнитного импульсного формовочного устройства и осциллограммы токов соленоидов металельной головки.

1 - бункер, 2 - трубопровод, 3 - дозатор, 4 - фиксатор порции, 5 и 6 - первый и второй металельные соленоиды, 7 - порция ферромагнитного материала, 8 - опока, 9 - модель, 10 - схема электропитания.

На рис.2 представлены электромагнитное импульсное формовочное устройство и осциллограммы питающих токов соленоидов метательной головки. Устройство работает следующим образом. В момент времени t_1 включается электромагнитный дозатор и магнитотвердый формовочный материал поступает из бункера 1 в центр соленоида дозатора 3, затем в момент t_2 дозатор отключается, а электромагнитный фиксатор 4 включается и порция формовочного материала перемещается из центра дозатора в центр соленоида фиксатора. Таким образом, в течение периода T дозатор и фиксатор формируют одну порцию формовочного материала на входе первого метательного соленоида 5.

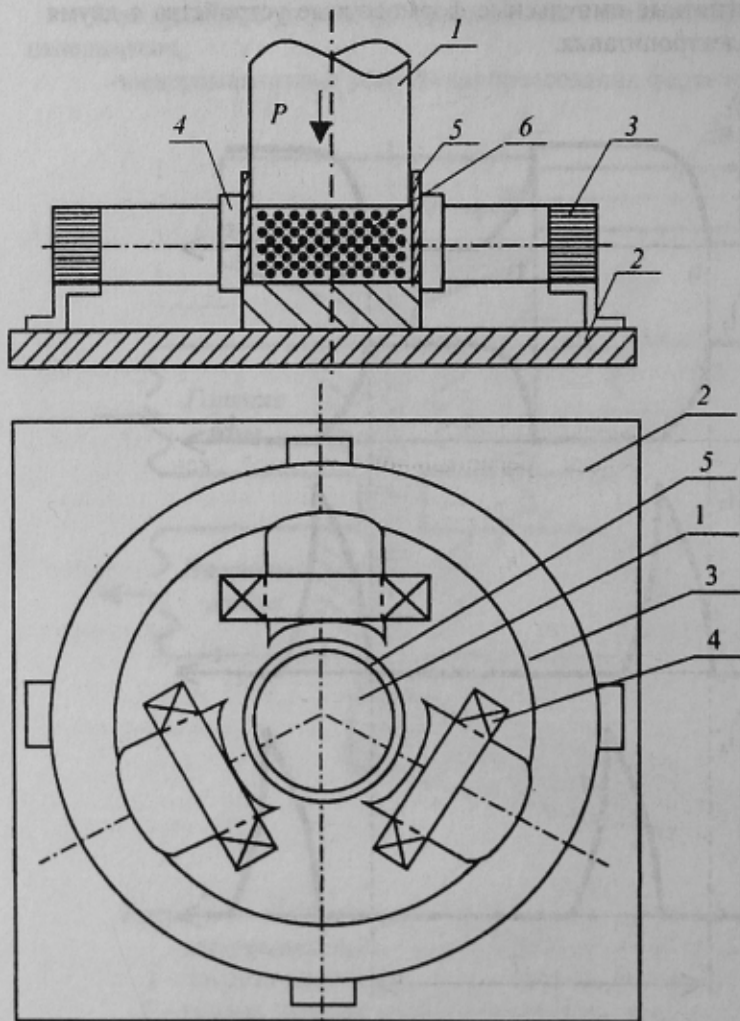
В момент времени t_1 включается первый метательный соленоид, его сильное магнитное поле разгоняет ранее сформированную порцию материала и в момент её подхода к центру соленоида 5 включается второй метательный соленоид 6, в результате чего порция получает дополнительное ускорение вылетая из метательной головки с максимальной скоростью и попадает в ополу 8 с моделью 9.

За время нахождения порции в магнитных полях метательных соленоидов формовочный материал намагничивается до характеристик предельной петли гистерезиса, что обеспечивает достаточные силы сцепления между частицами материала и высокую прочность получаемой формы.

В ДонГТУ разработано и внедрено в условиях Ижевского мотозавода электромагнитное импульсное формовочное устройство типа ЭФУ-2 с двумя ступенями разгона производительностью около 4 т/ч. и плотностью набивки формовочного материала порядка 60 единиц.

Анализ патентов, авторских свидетельств и публикаций по методам и устройствам формования ферритов в электромагнитных полях свидетельствует о том, что основным способом изготовления ферритовых изделий является способ с одновременным наложением ориентирующего магнитного поля и формирующих механических усилий [11-14].

Для получения текстурованных образцов гексагональных ферритов с повышенными значениями начальной магнитной проницаемости в ДонГТУ разработаны электромагнитные устройства с круговым вращающимся магнитным полем [11] и с ортогональным наложением осевых постоянных полей [12].



Устройства для прессования ферритового порошка в круговом вращающемся магнитном поле (рис. 3) содержит пуансон 1 и опорную плиту 2 гидравлического пресса, на которой размещен трехлучевой индуктор 3 кругового вращающегося магнитного поля, выполненный из электротехнической стали. В центральной части индуктора расположена матрица 5, изготовленная из немагнитного материала, внутри которой помещен ферритовый порошок 6. Схема электропитания трех катушек 4 индуктора обеспечивает в матрице с порошком магнитное поле, вектор индукции которого перпендикулярен оси прессования и с течением времени вращается с регулируемой скоростью.

Ферритовый порошок помещают в матрицу и прессуют при непрерывном воздействии кругового вращающегося магнитного поля индуктора с индукцией порядка 0,3 Т. По окончании прессования выключают индуктор, извлекают феррит из матрицы и осуществляют его спекание при высокой температуре.

Исследования, проведенные в институте ВНИИреактивэлектрон, показали эффективность указанного способа формования феррита. Применение кругового вращающегося магнитного поля при прессовании гексагональных ферритов типа Co_2Z позволило увеличить в 2,1 раза их начальную магнитную проницаемость из-за ориентирования магнитным полем базисных плоскостей кристаллитов и создания текстуры образцов.

Исследовано также влияние других типов полей на ферритовые материалы. Прессование ферритовой суспензии феррита бария в импульсном магнитном поле одиночного соленоида, вектор магнитной индукции которого

Рисунок 3 - Устройство для прессования ферритового порошка в круговом вращающемся магнитном поле. 1 - пуансон, 2 - опорная плита гидравлического пресса, 3 - трехлучевой индуктор кругового вращающегося магнитного поля, 4 - катушка индуктора, 5 - матрица, 6 - ферритовый порошок.

совпадает с осью прессования, приводит к увеличению энергии бариевых ферритов в 2,8 раза.

Применение импульсного устройства намагничивания эластичных магнитных вставок (наполнитель-феррит бария) с шихтованным индуктором и конденсаторной схемой электропитания позволило снизить в 2,5-3 раза энергозатраты на изготовление изделий при увеличенных на 5-10% значениях силы отрыва вставок.

Выводы.

1. В ДонГТУ разработано и защищено авторскими свидетельствами на изобретения несколько перспективных электромагнитных устройств с непосредственным воздействием электромагнитных полей различной пространственно-временной конфигурации на сыпучие ферромагнитные материалы, которые могут найти применение в энергетике, металлургии, машиностроении, материаловедении и других отраслях промышленности.

2. Установлено, что для электромагнитных дробемётных устройств и электромагнитных импульсных формовочных устройств перспективными являются метательная головка с двумя ступенями разгона и конденсаторная схема электропитания метательных соленоидов. В условиях Ижевского мотозавода разработано и внедрено электромагнитное импульсное формовочное устройство типа ЭФУ-2 производительностью 4т/ч. с плотностью набивки формовочного материала порядка 60 единиц.

3. Для воздухоподогревателя газотурбинной установки разработан и испытан на полигоне института ВНИПИтрансгаз (г.Киев) электромагнитный подъёмник ферромагнитного сыпучего теплоносителя (чугунная дробь) производительностью 10 т/ч.

4. Разработаны и испытаны в институте ВНИИреактивэлектрон несколько электромагнитных устройств для улучшения магнитных и технологических характеристик ферритов различных типов.

Применение кругового вращающегося магнитного поля при прессовании гексагональных ферритов типа Co_2Z позволило увеличить в 2,1 раза их начальную магнитную проницаемость, а использование импульсного магнитного поля при прессовании суспензии феррита бария и формовании феррит-бариевых эластичных магнитных вставок привело к увеличению энергии бариевых ферритов в 2,8 раза. и к снижению энергозатрат на изготовление вставок в 2,5-3 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эсауленко В.А., Мерзликин Э.С., Гриднев Ю.Г. и др. Электромагнитное дробеметное устройство. Авт.свид. №884840. М. Кл.³ В 22 D 11/10. Бюл. №44, 1981. -12с.
2. Эсауленко В.А., Черников В.Ю., Таразов А.Р. и др. Электромагнитное метательное устройство для сыпучего ферромагнитного материала. Авт.свид. SU №1475770. А1. Кл.³ 4В 22 д 46/00. Бюл. №16, 1989. -10с
3. Гриднев Ю.Г. и др. Применение электромагнитных полей в дробеметных устройствах. Литейное производство, №10, 1980.
4. Закута М.Б. и др. Устройство для ввода ферромагнитных материалов в жидкий металл. Авт.свид. №533445, Бюл. №40, 1976. -6с.
5. Еременко Л.Я. и др. Воздухоподогреватель. Авт.свид. №879166. М. Кл.³ F 23L 15/02. Бюл. №41, 1981. -4с.
6. Мерзликин Э.С. Разработка электромагнитного подъемника сыпучего ферромагнитного материала в системе утилизации тепла газотурбинных установок. Доклады региональной научной конференции "Творческое наследие В.И. Вернадского и современность". Секция 4. "Актуальные проблемы вычислительной техники, информатики и энергетики". Часть 2. -Донецк: ДонГТУ, 1995. -с.53-54.
7. Таразов А.Р. и др. Способ изготовления отливок в формах из магнитотвердого материала. Авт.свид. №1042231, СССР. М. Кл.³ В 22с.
8. Эсауленко В.А., Черников В.Ю. Разработка электромагнитного импульсного формовочного устройства для намагничивания, разгона и уплотнения формовочного материала. Электромеханика и электроэнергетика. Сборник научных трудов энергетического факультета. -Донецк: ДонГТУ, 1996. -с.167-172.
9. Эсауленко В.А. Устройства в технологических и транспортных системах с непосредственным воздействием электромагнитного поля на сыпучие ферромагнитные материалы. Сборник трудов ДонГТУ. Серия: Электротехника и энергетика, выпуск 4 : Донецк: ДонГТУ, 1999. -с.118-122.
10. Эсауленко В.А., Черников В.Ю., Корощенко А.В. Разработка и исследование электромагнитного импульсного формовочного устройства с магнитотвердым формовочным материалом. Сборник трудов ДонГТУ. Серия: Электротехника и энергетика, выпуск 4 : Донецк: ДонГТУ, 1999. -с.249-252.
11. Эсауленко В.А., Жемчугов Н.И., Титенко А.Г. и др. Устройство для прессования ферритового порошка в магнитном поле. Авт. свид. . SU №1111847. В22 F 3/02. Бюл. №33, 1984. -12с.
12. Эсауленко В.А., Никорюк Н.С., Титенко А.Г. и др. Устройство для прессования анизотропных плоских ферритовых изделий. Авт. свид. № 1197250, СССР. Бюл. №30, 1985. -10с.
13. Эсауленко В.А. Использование электромагнитных полей в устройствах формования ферритовых изделий. Збірник наукових праць ДонДТУ, випуск 17: Донецьк: ДонДТУ, 2000. -с.46-49.
14. Ягло Г.И., Котенев А.С., Наследников Ю.С. Формирование структуры магнитов из порошка феррита бария в переменном-постоянном магнитном полях. Тезисы докладов 7-ой Всесоюзной конференции по ферритам. ч.2. -Донецк. ВНИИреактивэлектрон. 1983. -с.76.