

УДК 621.365.51

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В МАТРИЦЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО УСТРОЙСТВА ПРЕССОВАНИЯ ФЕРРИТОВ И ВЛИЯНИЯ ПОЛЯ НА НАЧАЛЬНУЮ МАГНИТНУЮ ПРОНИЦАЕМОСТЬ ОБРАЗЦОВ

Эсауленко В.А., к.т.н., проф., Никорюк Н.С., к.т.н., доц. Донецкий национальный технический университет 83000, г. Донецк, б-р Школьный, 8, кв. 67

У даній статті представлені результати експериментального дослідження кругового обертового крокового магнітного поля електромагнітного пристрою пресування гексагональних феритів і розглянутий вплив цього поля на початкову магнітну проникність феритів типу Ф11 і Ф-640.

Ключові слова: магнітне поле, матриця, індуктор, струм.

In the given article the outcomes of an experimental research of circular gyrating of a step magnetic field of the electromagnet device of pressing of hexagonal ferrite are represented and the influence of this field to an initial magnetic permeability of ferrite of a type Ф11 and Ф-640 is considered.

Key words: magnetic field, matrix, inductor, current.

Введение. Одним из способов увеличения начальной магнитной проницаемости феррооксидов является прессование ферритовой суспензии в электромагнитных полях. Наиболее эффективным является прессование ферритовых образцов в круговом шаговом вращающемся магнитном поле, перпендикулярном оси прессования [1, 2].

Цель работы. Основная цель работы – экспериментальные исследования магнитного поля в рабочем объеме прессформы, выяснение влияния на поле материала стенок прессформы, ферритовой суспензии и характера тока индуктора, а также получение зависимостей начальной магнитной проницаемости образцов от величины индукции магнитного поля и других физических факторов.

Материал и результаты исследований. Разработанное устройство для прессования ферритового порошка в круговом вращающемся магнитном поле (рис. 1) содержит пуансон 1 и опорную плиту 2 гидравлического пресса, на которой размещен трехлучевой индуктор 3 кругового шагового вращающегося магнитного поля, выполненный из электротехнической стали.

В центральной части индуктора расположена матрица 5, изготовленная из немагнитного материала, внутри которой помещен ферритовый порошок. 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.

На рис. 2 представлена схема электропитания индуктора устройства и картина магнитного поля в матрице для одного из моментов времени. Катушки индуктора смещены в пространстве друг относительно друга на 120 градусов, а схема управления устройством обеспечивает изменение направлений тока I в катушках с таким расчетом, чтобы магнитное поле в матрице через три “шага” осуществляло один цикл поворота в плоскости, перпендикулярной оси прессования. Схема позволяет регулировать как скорость вращения поля, так и величину тока a , сле-

довательно, и величину индукции результирующего магнитного поля в матрице.

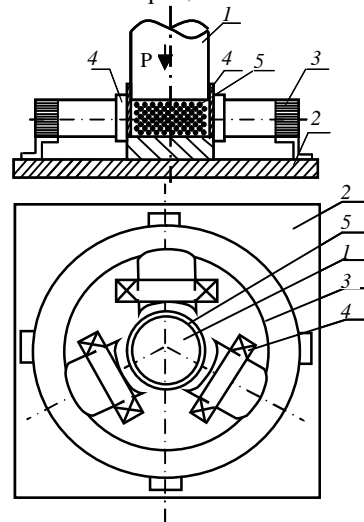


Рисунок 1 – устройство для прессования суспензии ферритового порошка в круговом вращающемся магнитном поле

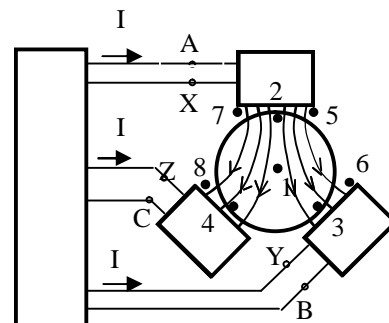


Рисунок 2 – Схема электропитания устройства прессования ферритовой суспензии в круговом вращающемся магнитном поле и картина магнитного поля в матрице

Устройство работает следующим образом. Прессуемый ферритовый порошок засыпают в матрицу 5 и помещают её в центральной части индуктора 3 на опорной плите 2 и включают схему электропитания индуктора. После обработки материала магнитным полем пуансон 1 гидравлического пресса перемещается вниз и осуществляет прессование феррита. При этом поле индуктора оказывает непрерывное воздействие на материал в течение всего времени прессования. После окончания прессования выключают индуктор, извлекают феррит из матрицы и осуществляют его спекание при высокой температуре.

В этом устройстве частицы порошка ферритов имеют возможность ориентироваться при включении внешнего магнитного поля таким образом, что базисные плоскости всех кристаллитов перпендикулярны оси прессования, что улучшает текстуру и магнитные характеристики образцов.

Экспериментальные исследования, проведенные в ДонНТУ и институте ВНИИ реактивэлектрон, свидетельствуют о том, что степень ориентации ферритов и начальная магнитная проницаемость образцов зависят от величины индукции магнитного поля, скорости его вращения и конечного давления прессования феррита.

Магнитное поле в прессформе симметрично и обладает значительной неоднородностью (рис. 3). Индукция магнитного поля одинакова в точках 3, 4 и в точках 5, 7 и 6, 8. В первых точках индукция минимальна, а в остальных максимальна. Точки 1 и 2 занимают промежуточное положение.

По сравнению с центральной точкой 1 прессформы индукция в средней точке 2 сечения основного луча у стенок матрицы выше на 44-48%, а в средних точках остальных лучей ниже на 21-27%. Стенки матрицы не оказывают существенного влияния на поле, в то время как ферритовая суспензия увеличивает индукцию на 10-30%.

Применение вращающегося шагового магнитного поля, перпендикулярного оси прессования, позволило увеличить относительную начальную магнитную проницаемость ферроксиана типа Ф11 с 12,6 до 25,9, а феррита ТФ-640 – с 14,3 до 21,3. Таким образом, начальная магнитная проницаемость феррита Ф-11 увеличилась в 2,1 раза, а ТФ-640 в 1,5 раза. Для феррита ТФ-640 рациональным является поле с индукцией порядка 0,18-0,22 Т, однако для материала Ф11 оно превышает 0,25 Т. Схема двухполупериодного выпрямления тока для катушек трехлучевого индуктора оказалась более эффективной (с точки зрения роста начальной магнитной проницаемости феррита) по сравнению со схемой однополупериодного выпрямления на 14-25%.

Экспериментально установлено, что начальная магнитная проницаемость ферроксианов типа Ф11 и ТФ-640 практически не зависит от индукции кругового вращающегося магнитного поля промышленной частоты (скорость вращения поля – 3000 об/мин).

С ростом конечного давления прессования феррита имеют место два встречно действующих

фактора. При увеличении давления увеличивается плотность прессуемого материала, что приводит к росту начальной магнитной проницаемости. Однако более высокие значения давления могут разрушить текстуру формируемого материала и это будет сопровождаться понижением магнитной проницаемости. Для ферроксиана типа Ф-11 рациональным является конечное давление прессования порядка 90-100 мПа.

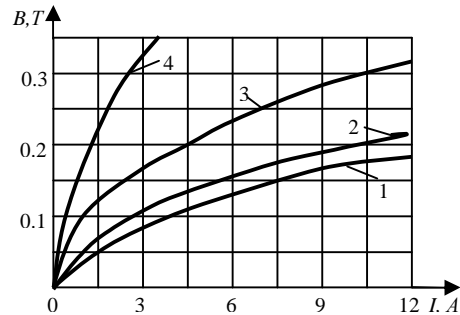


Рисунок 3 – Зависимости индукции магнитного поля от тока индуктора для различных точек прессформы:

1 – в точках 3 и 4; 2 – в центральной точке прессформы 1; 3 – в точке 2; 4 – в точках 5 и 7

Выводы.

1. В ДонНТУ разработано и защищено авторским свидетельством на изобретение устройство прессования ферроксианов в круговом шаговом вращающемся магнитном поле, перпендикулярном оси прессования, с регулируемой скоростью вращения поля 2-5 об/мин.

2. Магнитное поле в матрице устройства неоднородно. По сравнению с центральной точкой прессформы индукция в средней точке сечения основного луча у стенок матрицы выше на 44-48%, а в средних точках остальных лучей ниже на 21-27%. Стенки матрицы не оказывают существенного влияния на поле, в то время, как ферритовая суспензия увеличивает индукцию на 10-30%.

3. Прессование ферритовой суспензии в круговом шаговом вращающемся магнитном поле, перпендикулярном оси прессования, позволило увеличить начальную магнитную проницаемость ферроксиана типа Ф11 в 2,1 раза, а ТФ-640 в 1,5 раза. Для феррита ТФ-640 оптимальным является поле с индукцией порядка 0,18-0,22 Т, однако для материала Ф11 оно превышает 0,25 Т.

4. Для ферроксиана типа Ф-11 рациональным является конечное давление прессования порядка 90-100 мПа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

1. Эсауленко В.А. Использование электромагнитных полей в устройствах формирования ферритовых изделий // Збірник наукових праць ДонДТУ, випуск 17: Донецьк: ДонДТУ, 2000. – С. 46-49.

2. Эсауленко В.А., Жемчугов Н.И., Титенко А.Г., Никорюк Н.С., Корощенко А.В. Устройство для прессования ферритового порошка в магнитном поле. Авт. свид. SU №1111847. Бюл. изобр. №33, 1984.

Стаття надійшла 9.04.2007 р.
Рекомендовано до друку д.т.н., проф.
Родькіним Д.І.