

С.Г. ЛЬВОВ, к-т техн. наук, доц., НТУ "ХПИ", Харків
О.Л. БАГМЕТ, к-т техн. наук, доц., НТУ "ХПИ", Харків
В.В. СКОПЕНКО, соискатель, НТУ "ХПИ", Харків

УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАЗМАГНИЧИВАНИЯ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ИЗДЕЛИЙ

У даній роботі пропонується пристрій для розмагнічування ферромагнітних циліндричних виробів з автоматичним регулюванням тривалості розмагнічування

In this work a device for demagnetizing ferromagnetic cylindrical products with automatic adjustment of the duration of the demagnetization is offered

Введение. Размагничивание ферромагнитных образцов из магнитомягких материалов является важным процессом, позволяющим решить ряд задач.

С одной стороны, после изготовления деталей (различные виды механических и термических обработок), остаточный магнетизм может нарушить правильность работы устройства, в которое входят детали из таких материалов, а с другой – исказить результаты определения магнитных свойств материала изделия либо будут препятствовать получению однозначных результатов при дефектоскопии этих изделий. Поэтому перед сборкой аппаратов, измерением магнитных характеристик либо перед проведением дефектоскопического контроля ферромагнетик необходимо привести в такое состояние, при котором векторы намагниченности ферромагнитных областей (доменов) были равномерно распределены по всем направлениям в поликристаллическом теле. То есть выполнить размагничивание объекта.

Известны два основных способа размагничивания ферромагнитных изделий [1]. Первый из них состоит в нагреве объекта выше точки Кюри с последующим охлаждением в отсутствии внешнего поля. Этот способ является не всегда приемлемым, так как может привести к изменению состояния изделия (окисление поверхности, дополнительные механические напряжения и другое). Второй способ размагничивания заключается в циклическом перемагничивании образца в магнитном поле с убывающей от некоторого максимального значения до нуля амплитудой.

Основная часть. При рассмотрении вопросов намагничивания переменными магнитными полями сложность описания происходящих процессов связана с нелинейностью характеристик ферромагнитных материалов.

Процесс размагничивания еще более сложен, так как на поверхности образца накладывается магнитное поле с уменьшающейся во времени амплитудой. Если учесть, что в каждый момент времени фаза поля в глубине ферромагнитного образца отстает от фазы поля, приложенного к его поверхности, то можно представить, что при очень быстром уменьшении амплитуды поля на поверхности может оказаться, что в какие-то моменты времени поле в глубине больше, чем на поверхности. При этом процесс размагничивания может проходить неравномерно и после уменьшения амплитуды размагничивающего поля на поверхности до нуля в глубине образца намагниченность может оказаться не равной нулю.

Из сказанного выше ясно, что для правильного проведения размагничивания важна не только максимальная амплитуда напряженности размагничивающего поля, определяемая материалом ферромагнетика, но также частота размагничивающего поля и время, в течение которого проходит процесс размагничивания. Особенно важен последний фактор для сплавов с высокой проницаемостью. Опыт показывает, что быстрое проведение процесса размагничивания не дает нужного эффекта, так как при этом всегда наблюдается некоторая величина остаточного магнетизма. Экспериментально установлено, что максимальная напряженность (амплитуда) магнитного поля, при которой надо начинать процесс размагничивания, должна быть не меньше того значения напряженности магнитного поля для данного материала, при которой индукция в образце на основной кривой индукции равна остаточной индукции. Частота изменения поля должна быть выбрана такой, чтобы было обеспечено полное промагничивание размагничиваемого образца.

Увеличение толщины размагничиваемого образца требует увеличения продолжительности размагничивания и уменьшения частоты размагничивающего поля.

В ряде случаев нет необходимости добиваться полного размагничивания образцов; достаточно, если индукция в образце будет меньше той начальной величины индукции, с которой начинают измерение характеристик образца. Это условие значительно облегчает проведение процесса размагничивания.

После проведения размагничивания на некоторых материалах наблюдается следующее явление: проницаемость, измеренная непосредственно после размагничивания, оказывается значительно выше, чем проницаемость того же образца и в том же магнитном поле, измеренная через некоторое время после размагничивания. Этот процесс «стабилизации» магнитного состояния вещества может быть довольно продолжительным (до 2 час. и больше) и зависит от материала измеряемого образца и величины намагниченности.

При относительных измерениях следует определять проницаемость образцов через одинаковое время после размагничивания.

Таким образом, при построении установки для размагничивания изделий толщиной (радиусом) более 10 мм, необходим источник переменного тока с частотой в единицы герц и амплитудой, плавно уменьшающейся от максимального значения до нуля за регулируемый промежуток времени, в зависимости от выбранного режима размагничивания.

На рисунке 1 приведена принципиальная схема размагничивающего устройства, состоящая из низкочастотного генератора, блока плавного уменьшения амплитуды сигнала и усилителя мощности.

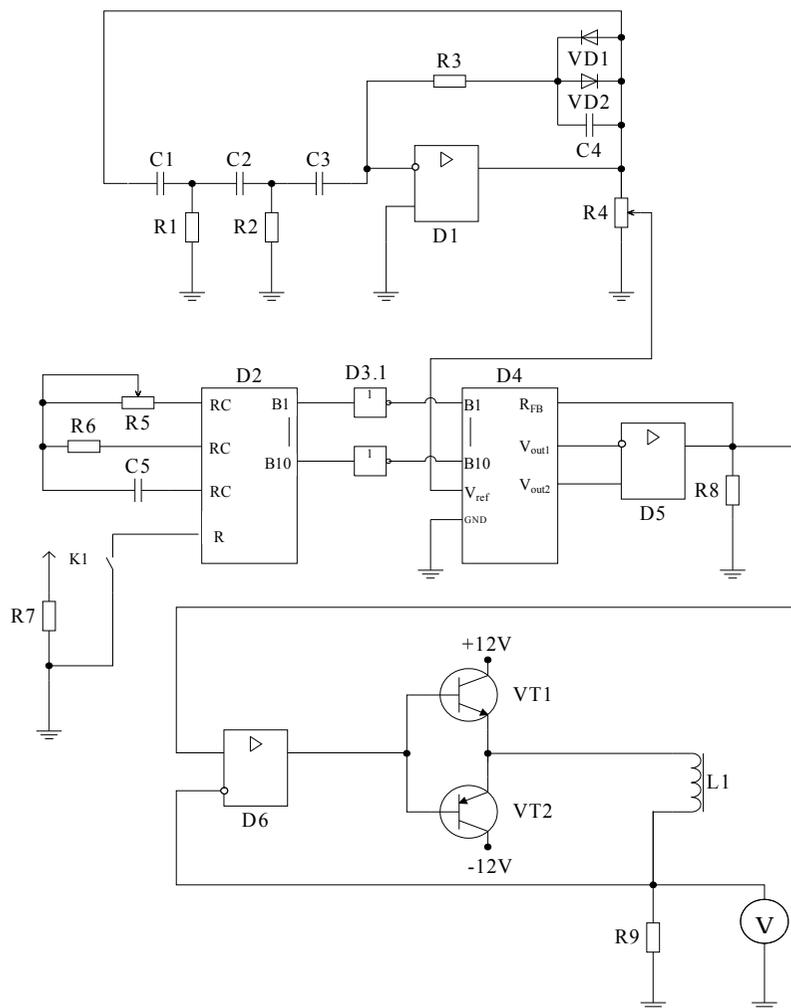


Рис. 1. Схема размагничивающего устройства

Схема низкочастотного генератора выполнена на операционном усилителе D1 по классической схеме [2, 3], частота определяется параметрами C1–C3, R1, R2, для данной схемы эти элементы выбирались из расчета на частоту генератора 1Гц. В качестве операционных усилителей D1, D5, D6 использовался усилитель OP07. Регулировка максимального уровня выходного напряжения генератора, а следовательно и максимального размагничивающего тока производится потенциометром R4, контроль величины выходного тока производится по показаниям вольтметра, подключенного к резистору R9 выходной цепи.

Для обеспечения заданной скорости затухания амплитуды выходного тока от времени используется схема, построенная на микросхемах D2-D5. В качестве D2 используется счетчик-генератор CD4060, цепью R5, R6, C5 задаются временные характеристики схемы. Выходной код с выходов B1-B10 через инверторы D3 (BU4069) поступает на вход ЦАП, в данной схеме используется десятиразрядный ЦАП 572ПА1, выходной ток которого пропорционален опорному напряжению и управляющему коду. В качестве опорного напряжения подается сигнал с выхода низкочастотного генератора, а скорость изменения кода зависит от положения потенциометра R5. Таким образом с помощью R5 производится регулировка времени затухания амплитуды сигнала с максимального значения до 0. Для работы в режиме с выходом по напряжению к ЦАП 572ПА1 подключаются внешний операционный усилитель D5 с цепью отрицательной обратной связи, работающей в режиме суммирования токов.

Усилитель мощности состоит из двух составных транзисторов Дарлингтона TIP142 и TIP147, запитанных от мощного двухполярного источника +/- 12В. Транзисторы нагружены на индуктор L1 и сопротивление R9 (0,1 Ом, 10Вт). Для обеспечения устойчивой работы в режиме максимальной мощности и низкоомной нагрузке (ток 10А на нагрузке 0,5 Ом) транзисторы устанавливаются на радиаторы с принудительным охлаждением. Обратная связь осуществляется подачей напряжения с R9 на инвертирующий вход операционного усилителя D6. Индуктор представляет собой соленоид, намотанный проводом 1мм, 500 витков, внутренний диаметр 50 мм.

Выводы. Предлагаемую схему целесообразно использовать при размагничивании изделий сравнительно больших диаметров, в зависимости от геометрии образцов индуктор может быть выполнен в различной конфигурации.

Список литературы: 1. Испытания ферромагнитных материалов / И.И. Кифер. –М.,–Л.: Госэнергоиздат, 1962. –544с. 2. Тутце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника: Справочное руководство. Пер. с нем.–М.: Мир, 1982.-512 с. 3. Гутников В. С. Интегральная электроника в измерительных устройствах.— 2-е изд., перераб. и доп. — Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1988. — 304 с