

- [4] D. Bourgeois, C. Reinhart, I. Macdonald, Adding advanced behavioural models in whole building energy simulation: a study on the total energy impact of manual and automated lighting control, *Energy Build.* 38 (7) (2006) 814–823.
- [5] C. Carrillo, E. Diaz-Dorado, J. Cidrás, A. Bouza-Pregal, P. Falcón, A. Fernández, A. Álvarez-Sánchez, Lighting control system based on digital camera for energy saving in shop windows, *Energy Build.* 59 (2013) 143–151.

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ УДЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ДВУХСЛОЙНЫХ НЕМАГНИТНЫХ ОБЪЕКТОВ ИМПУЛЬСНЫМ ВИХРЕТОКОВЫМ МЕТОДОМ

Славинская Екатерина Андреевна, Савин Игорь Сергеевич
 Национальный исследовательский университет «МЭИ»
 Терехин Иван Владимирович, к.т.н.
carpe_igulum@mail.ru

В работе рассматривается вопрос измерений удельной электропроводности внутренних слоев немагнитных проводящих объектов. Электропроводность является важной характеристикой немагнитного материала, по значению которой можно определять его химический состав, структуру, прочность и т.д. Задачи такого рода актуальны при проверке качества термообработки металлов, а также при контроле деталей и оборудования аэрокосмической отрасли, предприятий химического, нефтяного, энергетического и других отраслей машиностроения.

Основным методом контроля электропроводности является вихретоковый метод. К настоящему времени хорошо проработан и используется вихретоковый метод с гармоническим (полигармоническим) возбуждением. Как правило, устройство для вихретокового контроля электропроводности состоит из двух соосных обмоток - возбуждения и измерения. Обмотка возбуждения непрерывно создает электромагнитное поле возбуждения, которое индуцирует в объекте контроля вихревые токи. Результирующее электромагнитное поле фиксируется измерительной обмоткой. По воздействию поля вихревых токов на первичное электромагнитное поле определяют электрофизические параметры контролируемого объекта. Главным недостатком подобных устройств является то, что они контролируют только эквивалентную проводимость изделия, подразумеваемую неизменной по глубине контроля и ограниченной глубиной проникновения вихревых токов. Для задач, где важно распределение свойств по глубине объекта контроля, этого недостаточно. Для увеличения информативности контроля используют многочастотное возбуждение с последующей обработкой информации на разных частотах. Задача контроля электропроводности может решаться не только при непрерывном, но и при импульсном питании обмотки возбуждения, при этом информация об объекте контроля будет представлена в сигнале преобразователя иначе, нежели при гармоническом возбуждении. Изучение импульсного способа вихретокового контроля применительно к послыльному измерению электропроводности являлось задачей настоящей работы.

В работе проводилось моделирование импульсного вихретокового преобразователя накладного типа. В качестве объекта исследования была использована двухслойная пластина с удельной электрической проводимостью основания 38 МСм/м и $T_{\text{осн}} \rightarrow \infty$ и покрытием толщиной $T_{\text{п}} = 4 \text{ мм}$ и электропроводностью от 0 до 500 МСм/м . По результатам моделирования получены временные зависимости магнитного потока от электропроводности покрытия (рис.1).

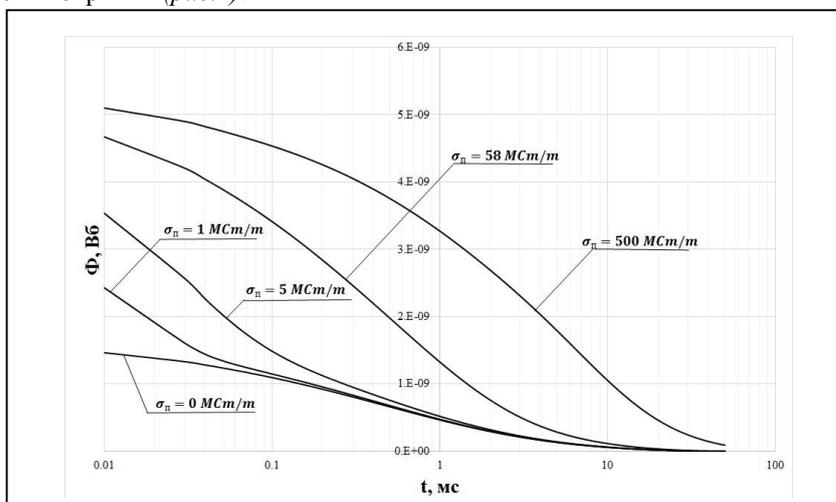


Рис.1. Зависимость магнитного потока от времени вихретокового переходного процесса

Если электропроводность покрытия много меньше электропроводности основания, переходные процессы в покрытии и основании можно независимо разделить. По мере увеличения электропроводности покрытия и приближения ее к электропроводности основания отдельный контроль основания и покрытия затрудняется. Когда электрическая проводимость покрытия много больше электропроводности основания, информацию о параметрах нижнего слоя выделить уже невозможно. Это связано с тем, что переходной процесс в основании становится вынужденным – вихревые токи определяются скоростью изменения магнитного потока в покрытии.

Наиболее сложный и часто встречающийся в задачах неразрушающего контроля случай - когда оба слоя контролируемого объекта имеют электропроводность одного порядка. Переходная зона между слоями отсутствует (*рис. 1*), а сам вихретоковый процесс в нижнем слое подвергается влиянию аналогичного процесса в покрытии.

При импульсном возбуждении информация, поступающая с течением времени от объекта контроля, имеет накопительный характер. Это означает, что в начале переходного процесса мы можем контролировать только близлежащие к катушке поверхностные слои объекта контроля, затем мы постепенно получаем информацию о более глубоко залегающих слоях. Информация о электропроводности поверхностных слоев объекта может быть получена из анализа параметров переходного процесса в его начале, а информация о свойствах удаленного слоя – путем математического разделения информации об объекте в среднем и о его поверхностных слоях.

В рамках данного исследования для оценки электропроводности нижнего слоя в объекте контроля с разбросом электрофизических свойств в пределах одного порядка была разработана методика. Ее суть заключается в оценке интеграла под кривой измеряемой величины от времени на нескольких временных интервалах. Начальный участок переходного процесса условно принимается за область влияния только поверхностного слоя, конечный временной участок содержит информацию обо всем объекте контроля. В значение интеграла за начальный участок вносится поправка на зависимость электрической проводимости основания от проводимости верхнего слоя. Затем полученная величина вычитается из интеграла за конечный временной интервал. Такой подход к измерению электропроводности был смоделирован для реальной задачи, имеющей прикладное значение: контроль температуры в металлургических агрегатах непрерывной разливки стали.

ТОРМОЗНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ С ЛИНЕЙНЫМ МИКРОФОКУСОМ, ГЕНЕРИРОВАННОЕ В УЗКИХ МИШЕНЯХ В БЕТАТРОНЕ Б-18

Смолянский Владимир Александрович, Рычков Максим Михайлович, Каплин Валерий Викторович, Маликов Евгений Львович, Степанов Игорь Борисович, Луценко Артем Сергеевич, Генцельман Валентин, Васьковский Иван Кириллович
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
vsmol@tpu.ru

Создание источника микрофокусировки на основе релятивистских электронных пучков является важной частью физики ускорителей. Для электронов с низкой энергией, например, в рентгеновских трубах, эта проблема была решена путем острой фокусировки электронного пучка на мишени для получения фокального пятна с диаметром в микронной области. В случае циклических ускорителей метод фокусировки электронного пучка неприменим. Бетатроны, генерирующие жесткое излучение внутренним электронным пучком в толстой мишени, которая больше по площади, чем поперечное сечение миллиметрового пучка, используются для получения изображений различных промышленных объектов. Но, в [1] было предложено использование внутренних мишеней с размерами гораздо меньшими диаметра пучка электронов в циклическом ускорителе для уменьшения фокального пятна генерируемого тормозного излучения. Если пучок электронов циркулирует в течение достаточно длительного времени на радиусе расположения микромишени, то, из-за бетатронных колебаний, электроны будут падать на такую мишень с достаточно высокой эффективностью. В данной работе представлены первые экспериментальные результаты исследования свойств тормозного излучения, генерируемого при взаимодействии электронов с энергией 18 МэВ внутреннего пучка бетатрона Б-18 с 50 и 8 мкм Si кристаллами и 13 мкм Та фольгой с длинами 4 мм вдоль электронного пучка. Мишени помещались в гониометр внутри камеры бетатрона для ориентирования