

наук.-техн. конф. – Ч.2. – К.:Сталь. – 2004. – С. 175-185.

3. Э.В. Кулиш О возможности контроля технического состояния противоположных сооружений вибрационными методами / Э.В.

Кулиш, Ю.Г. Жуковский, Н.М. Рыжий // Приладобудування-2010: стан ы перспективи: наук.-техн. конф.: тези доп. – К.: НТУУ «КПІ». – 2010. – С. 25-26.

УДК 621.317.43

АЛГОРИТМ ДВИЖЕНИЯ В МАГНИТНЫХ КООРДИНАТАХ ПРИ ЗАДАНИИ РЕЖИМА ПЕРЕМАГНИЧИВАНИЯ МАГНИТОМЯГКИХ МАТЕРИАЛОВ

Ерошенко А.С., Скурту И.Т., Брановицкий И.И.

Институт прикладной физики НАН Беларуси

Минск, Республика Беларусь

При контроле свойств магнитомягких материалов значимым этапом является правильное задание режима перемагничивания в исследуемом образце. Одной из важнейших характеристик эталонного измерения является установка режима перемагничивания эталонного образца с максимальной точностью.

Задание параметров режима перемагничивания для измерения магнитных характеристик является задачей, решение которой находится на стыке физики магнитных явлений, метрологии и теории алгоритмов. Основными проблемными факторами, связанными с обеспечением точности при движении в магнитных координатах, являются: нелинейность кривой намагничивания; искажения формы магнитного потока вследствие активно-реактивного характера нагрузки; дискретность ЦАП формирователей сигнала; дискретность АЦП измерителей сигнала; инерционность перехода между стационарными режимами перемагничивания; дрейф параметров силового оборудования при измерениях в высоких полях.

Режим перемагничивания образца с заданной амплитудой магнитной индукции может быть с высокой степенью линейности соотнесен с амплитудой задающего генератора. При наличии вышеупомянутых проблемных факторов, отдельного внимания требует обеспечение синусоидальной формы магнитного потока в образце.

Режим перемагничивания с заданной максимальной напряженностью магнитного поля подвержен сильному влиянию формы кривой намагничивания, что налагает дополнительные требования на оценку текущего положения рабочей точки.

В данной работе описан алгоритм, позволяющий с высокой точностью устанавливать режим перемагничивания образца при этом соблюдая монотонность движения в координатах напряженности магнитного поля (H) и магнитной индукции (B).

В [1] проведено исследование эффективности итерационных методов движения в магнитных

координатах. Несмотря на то, что многие из них обеспечивают требуемую для **рабочих** средств измерения точность задания режима перемагничивания, они не могут обеспечить монотонности этого процесса, что важно для воспроизводимости результатов **эталонных** измерений.

Выход на требуемое значение напряженности магнитного поля является нелинейной задачей даже при фиксированной длине среднего магнитного пути (которая в реальности меняется). Тем не менее существует возможность получить "прообраз" основной кривой намагничивания (ОКН), снимая данные о значениях магнитной индукции и напряженности магнитного поля во время размагничивания стандартного образца. После этапа размагничивания имеется два массива взаимосвязанных значений B и H . Путем интерполяции сплайнами можно установить величину, близкую к магнитной индукции, соответствующей заданной величине напряженности магнитного поля.

Зная эту величину, можно оценить напряжение, которое требуется подать на первичный преобразователь. Напряжение на входах первичного преобразователя (и, соответственно, индукция в образце) является единственным регулируемым параметром, определяющим рабочую точку измерительной задачи.

ОКН в окрестности требуемой точки имеет линейный характер при достаточно малых изменениях амплитуды намагничивающего сигнала, что позволяет получить информацию о скорости изменения амплитуды напряженности магнитного поля.

Таким образом, осуществлять задание режима перемагничивания испытуемого образца по напряженности магнитного поля предлагается в три этапа:

1. Выход в окрестность точки на основе априорных данных;
2. Уточнение режима с использованием данных о скорости роста кривой намагничивания в текущей окрестности;
3. Корректировка напряжения задающего ге-

нератора для достижения максимальной точности.

Первый этап представляет собой плавное увеличение намагничивающего сигнала до вычисленного по априорным данным значения. Функция, используемая для движения на этом этапе, должна, во-первых, монотонно возрастать в области положительных значений оси ординат, во-вторых, иметь высокую скорость изменения вначале и низкую при приближении к заданному значению. В качестве такой функции можно использовать линейную суперпозицию экспоненциальных функций.

Для второго этапа вычисляются значения B_m и H_m для точки, на которой завершился первый этап (B_{m1} и H_{m1}) и для точки, индукция которой выше на 1%, значения магнитной индукции и напряженности магнитного поля B_{m2} и H_{m2} соответственно. Угол наклона ОКН в этой точке вычисляется как:

$$dH = \frac{B_{m2} - B_{m1}}{H_{m2} - H_{m1}}.$$

УДК 621.317.43

СИНУСОИЗАЦИЯ МАГНИТНОГО ПОТОКА ПРИ ИСПЫТАНИЯХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ СТАЛИ

Ерошенко А.С., Скурту И.Т., Брановицкий И.И.

Институт прикладной физики НАН Беларуси

Минск, Республика Беларусь

При проведении магнитных измерений, в особенности эталонных, одной из наиболее важных задач является поддержание синусоидального режима перемагничивания исследуемого образца. Причиной появления искажений намагничивающего сигнала является активно-реактивный характер нагрузки намагничивающей системы. Вклад искажений для образцов электротехнической стали становится существенным на достаточно больших напряженностях магнитного поля (1000-2500 А/м), где они могут негативным образом влиять на результаты измерений. Количественной мерой оценки искажений может служить коэффициент нелинейных искажений (КНИ). Типовая эпюра искаженного сигнала показана на рисунке 1.

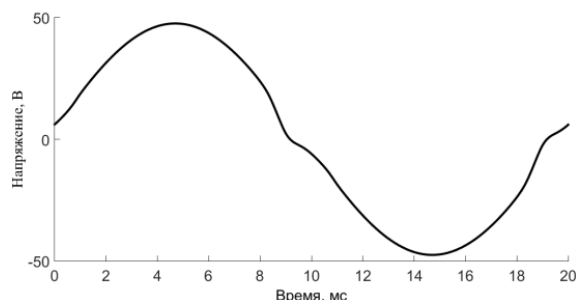


Рисунок 1 – Искаженный сигнал напряжения измерительной обмотки первичного преобразователя

Следующее значение индукции вычисляется как:

$$B_{m3} = B_{m2} + 0,75 \cdot dH \cdot (H_{m2} - H_{m1}).$$

Далее изменением амплитуды задающего генератора на минимальный дискрет осуществляется приближение к требуемому значению до момента достижения минимума ошибки.

Таким образом, данный трехстадийный подход позволяет отстроиться от упомянутых вначале факторов и обеспечить воспроизводимость эталонных измерений магнитных величин.

1. Брановицкий И.И., Путырский М.Н. Автоматическое задание амплитудных значений магнитной индукции при измерении характеристик электротехнических сталей // Энергетика. Известия высших научных заведений и энергетических объединений СНГ. – 2005. – № 1. – С. 9-14.

Свести к минимуму искажения измеряемого сигнала можно путем корректировки намагничивающего сигнала. Уменьшения КНИ сигнала можно добиться используя аналоговую отрицательную обратную связь между измерительной обмоткой и входом усилителя мощности, обеспечивающего перемагничивание образца. Такой способ позволяет уменьшить КНИ до 0.1% на магнитной индукции 1.7 Тл.

В [1] показана возможность поддержания магнитного потока в образце в итерационном режиме, однако иногда изменение формы намагничивающего сигнала во время задания режима перемагничивания может быть затруднительно в силу сложности переходных процессов обновления сигнала при использовании цифровых генераторов. В таком случае можно привести форму потока к синусоидальной, используя алгоритм, основанный на наличии априорной информации.

Информацию об искажениях магнитного потока при различных значениях магнитного поля можно получить путем записи сигналов напряжения вторичной обмотки первичного преобразователя и напряжения на токосъемном шунте при размагничивании стандартного образца. Далее с помощью интерполяции двумерного массива можно получить искаженный сигнал для требуемого значения индукции или