

работы прибора, так как после записи в память микроконтроллера программы управления работой пирометра остается свободное место для записи значений измеренной температуры на 5400 значений. Отсюда следует, что каждое измерение занимает 2 байта в памяти.

Так же в данном пирометре было реализовано 3 режима работы, а именно: первый режим – дает возможность проводить измерения температуры в заданном временном интервале от 1 секунды до 1 минуты. Вторым режимом отвечает за измерения температуры объекта контроля без задания временного интервала работы пирометра. Это означает, что пирометр будет работать до тех пор, пока не будет заполнена полностью память прибора. Третий режим позволяет произвести просмотр измеренных значений температуры на дисплее с определенным шагом 1/10, 1/100 или 1/1000 и осуществить передачу измерений на компьютер с помощью внешнего USB/UART конвертора.

В качестве индикаторного устройства предлагаемого пирометра был выбран жидкокристаллический дисплей типа DOGS102W-6 фирмы производителя Electronic Assembly. Данное устройство имеет низкие энергозатраты

(ток потребления 250 мкА), малые размеры и обладает функцией подсветки. К преимуществам этого дисплея можно так же отнести наличие съёмной панели подсветки, которая имеет собственное питание.

Основными источниками погрешности измерения температуры являются: датчик температуры, АЦП и флуктуации коэффициента теплового излучения.

После проведенного сравнительного анализа разработанного пирометра с аналогами, которые сегодня представлены на рынке измерительной техники, можно сделать следующие выводы. Разработанный на базе микроконтроллера MSP430FR57281RGER пирометр превосходит свои аналоги по количеству занесенных в память прибора значений измеренной температуры. Пирометр так же имеет низкое энергопотребление, высокую надёжность, широкий диапазон измеряемых температур и малую погрешность измерения.

Прибор прост в употреблении и может использоваться как в виде портативной модели, так и в виде стационарной пирометрической системы с полным программным обеспечением.

УДК 620.179.14

ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ МАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ ФЕРРОМАГНИТНЫХ СТЕРЖНЕЙ В ПРОЦЕССЕ ИМПУЛЬСНОГО НАМАГНИЧИВАНИЯ-ПЕРЕМАГНИЧИВАНИЯ

Короткевич З.М., Матюк В.Ф., Цукерман В.Л., Осипов А.А.

Институт прикладной физики Национальной академии наук Беларуси

Минск, Республика Беларусь

Для контроля качества термообработки малогабаритных изделий из некоторых марок сталей успешно применяется измерение максимального и остаточного магнитного потока, создаваемого изделием при пробрасывании его через соленоид с постоянным током [1]. Изделия из среднеуглеродистых сталей контролируют по остаточному магнитному потоку после намагничивания и после частичного размагничивания [2]. Однако для контроля качества термообработки высокоуглеродистых сталей двух магнитных параметров недостаточно [3].

Для расширения номенклатуры контролируемых сталей нами было предложено измерять магнитную индукцию изделия в процессе импульсного намагничивания и перемагничивания, что позволяет получить петлю магнитного гистерезиса, характеристики которой могут служить в качестве информативных параметров контроля.

На этой основе разработан измеритель магнитной индукции в импульсном режиме намагничивания-перемагничивания.

Импульсное магнитное поле в приборе

формируется посредством заряда конденсатора, последующего его разряда через соленоид проходного преобразователя, повторного заряда конденсатора и его последующего разряда в противоположном направлении.

Измерение магнитной индукции образца осуществляется интегрированием сигнала с измерительной обмотки преобразователя.

Для ослабления влияния вихревых токов на форму петли гистерезиса параметры разрядной цепи выбраны таким образом, чтобы длительность переднего фронта импульса составляла 30 мс, а заднего – 80 мс.

Амплитуда обоих импульсов может устанавливаться ступенчато от $17 \cdot 10^3$ А/м до $214 \cdot 10^3$ А/м с шагом $0,85 \cdot 10^3$ А/м.

Для обеспечения требуемой точности измерения магнитной индукции в диапазоне 0,05 – 2 Тл постоянные интегрирования каждого из трех поддиапазонов отличаются на порядок и составляют 0,57; 6,4; 64 мс.

Структурная схема прибора представлена на рисунке 1. Прибор состоит из блока заряда 1, блока управления 2, блока индикации и управле-

ния 3, блока хранения и вывода результатов 4, конденсатора 5, блока измерения 6, блока разряда 7, преобразователя 8 и блока питания 9.

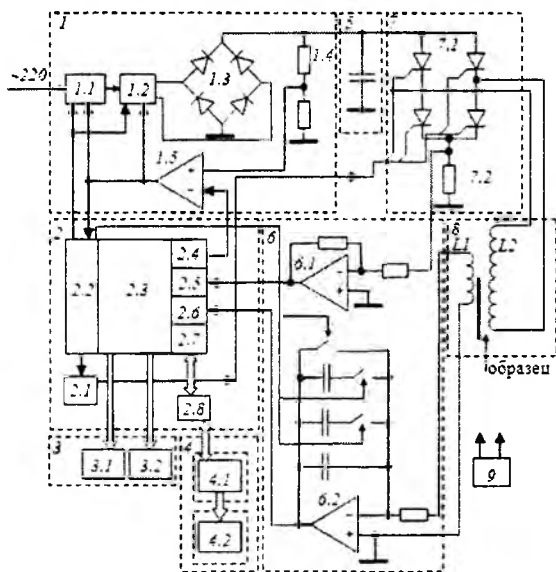


Рисунок 1 – Структурная схема прибора

Блок заряда 1 осуществляет заряд конденсатора 5 последовательно до напряжений, соответствующих установленным пользователем амплитудам намагничивающего и размагничивающего импульсов, и состоит из корректора коэффициента мощности 1.1, полумостового преобразователя 1.2, диодного моста 1.3, резистивного делителя 1.4 и компаратора 1.5.

Корректор коэффициента мощности 1.1 обеспечивает отсутствие всплесков тока потребления на вершине синусоиды питающего напряжения и равномерную нагрузку на силовую линию. Кроме того, он обеспечивает выпрямление и фильтрацию сетевого напряжения.

Полумостовой преобразователь 1.2, выполненный по резонансной схеме и питаемый выходным напряжением корректора коэффициента мощности 1.1, через диодный мост 1.3 обеспечивает плавный заряд конденсатора 5.

Блок управления 2 состоит из управляющей логики 2.1, порта 2.2, микроконтроллера 2.3, цифро-аналогового преобразователя 2.4, двух аналого-цифровых преобразователей 2.5 и 2.6, универсального асинхронного передатчика UART 2.7 и преобразователя уровня 2.8.

Блок разряда 7 осуществляет разряд конденсатора 5 через соответствующее плечо тиристорного моста 7.1, соленоид L_2 преобразователя 8 и датчик тока 7.2.

Блок измерения 6 содержит усилитель 6.1 и интегратор 6.2.

Блок индикации и управления 3 состоит из дисплея 3.1 и клавиатуры 3.2.

Блок хранения и вывода результатов 4 включает в себя персональный компьютер (ПК) 4.1 и принтер 4.2. Передача данных в ПК осуществляется через интерфейс RS-232.

Конечное напряжение заряда конденсатора 5 определяется резистивным делителем 1.4 и пороговым напряжением компаратора 1.5, задаваемым цифроаналоговым преобразователем 2.4 микроконтроллера блока управления 2. По сигналу срабатывания компаратора 1.5 микроконтроллер 2.3 блокирует корректор коэффициента мощности 1.1 и полумостовой преобразователь 1.2 и через управляющую логику 2.1 открывает одно либо второе плечо тиристорного моста 7.1 в зависимости от требуемой полярности магнитного поля в соленоиде.

Синхронно с началом разряда конденсатора 5 микроконтроллер 2.3 разблокирует интегратор 6.2, на вход которого поступает сигнал с измерительной обмотки L_1 преобразователя 8. Сигнал, пропорциональный току разряда конденсатора 5, снимается с датчика тока 7.2 и через усилитель 6.1 поступает на вход первого аналого-цифрового преобразователя 2.5 микроконтроллера 2.3. На вход второго аналого-цифрового преобразователя 2.6 микроконтроллера 2.3 поступает сигнал с интегратора 6.2.

Аналого-цифровые преобразователи работают синхронно, а результаты преобразования записываются в память микроконтроллера 2.3. Полученный массив данных через интерфейс RS-232 передается в компьютер.

Управление режимами намагничивания и измерения производится с помощью клавиатуры 3.2. На дисплее 3.1 отображаются результаты измерения, а также все вводимые параметры.

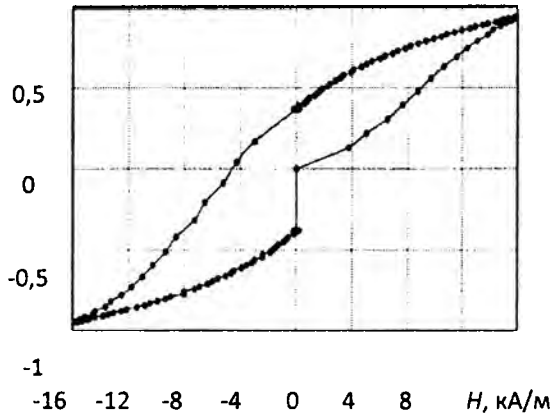
Работой прибора управляет микроконтроллер 2.3. При включении прибора из энергонезависимой памяти устанавливаются исходные данные, необходимые для функционирования микроконтроллера и его работы в режиме, который использовался при предыдущем измерении. Переход к режиму ввода/коррекции параметров амплитуды намагничивающего и размагничивающего импульсов и постоянной времени осуществляется по нажатию кнопки «F1», далее с помощью цифровых клавиш осуществляется ввод параметров импульса. Ввод постоянной времени интегрирования осуществляется по кольцу последовательным нажатием клавиши «→(8)». Выход из этого режима осуществляется нажатием «Enter» с сохранением в памяти прибора данных, и «Shift+Esc» без сохранения. Параметры для ввода высвечиваются на дисплее.

Нажатие клавиши «Enter» приводит к выполнению заданного режима контроля и передаче полученной информации в ПК. На дисплее 3.1 прибора отображаются: максимальное значение магнитной индукции B_m , значение остаточ-

ной магнитной индукции после намагничивания B , и после размагничивания B_r .

Просмотр полученных в результате измерений массивов данных проводится по нажатию клавиши «F2», после этого на дисплее прибора отображается имя массива и номер измеренного в массиве значения. Переход к просмотру следующего массива данных осуществляется нажатием клавиши «F2».

Время одного измерения не превышает 10 с, мощность, потребляемая от сети 220 В – не B , Тл



Сталь У10А, диаметр 10 мм, длина 200 мм, $T_{\text{зак}} = 950^\circ\text{C}$

Рисунок 2 – Петля гистерезиса при импульсном намагничивании-перемагничивании

более 160 ВА, габаритные размеры электронного блока $230 \times 310 \times 120$ мм³, диаметр преобразователя – 160 мм, а длина – 200 мм, масса электронного блока – не более 5 кг, а преобразователя – не более 25 кг.

На рисунке 2 представлен результат записи на дисплее персонального компьютера петли гистерезиса при импульсном перемагничивании. Требуемые параметры определяются по специально разработанной программе.

1. Мельгуй, М.А. Магнитный анализатор качества стальных изделий / М.А. Мельгуй, С.Г. Сандомирский // Дефектоскопия. – 1989. – № 3. – С. 82–88.
2. Сандомирский, С.Г. Повышение достоверности магнитного контроля физико-механических свойств изделий из сталей типа 40Х / С.Г. Сандомирский, Э.Б. Снякович // Заводская лаборатория. – 2009. – Т.75. – № 1. – С. 41–44.
3. Матюк, В.Ф. Влияние температур закалки и отпуска на структуру и магнитные свойства инструментальных углеродистых сталей / В.Ф. Матюк, В.А. Бурак, З.М. Короткевич, А.А. Осипов // Неразрушающий контроль и диагностика. – 2012. – № 1. – С. 25–49.

УДК 691

ПРИБОР ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ДАЛЬНОСТИ ВИДЕНИЯ (МДВ)

Костусев А.В., Артюхина Н.К.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

В современном оптическом приборостроении актуальна проблема по созданию техники нового поколения, ориентированной на внутренний и внешний рынок. Развитие современного авиаоборудования невозможно без модернизации и введения в эксплуатацию новых приборов. В частности, обеспечение безопасности на взлетно-посадочных полосах (ВПП) требует непрерывного контроля и регулирования ряда параметров, примером которых может служить метеорологическая оптическая дальность (МОД). Отклонение этих параметров от оптимальных значений может привести к чрезвычайным ситуациям, возникающим при контроле над полётами авиатехники.

В настоящее время существует большое количество приборов за контролем МОД разрабатываемых за рубежом, в связи с чем модернизация и введение в эксплуатацию нового оборудования отечественного производства представляет собой актуальную и востребованную реальным сектором экономики задачу. Поскольку данный

вид приборов проходит сертификацию на базе Межгосударственного авиационного комитета, участниками которого являются ряд стран СНГ, то данное оборудование, разрабатываемое на территории Беларуси, может поставляться и эксплуатироваться в этих странах.

Прибор для определения МОД предназначен для непрерывного дистанционного измерения коэффициента пропускания слоя атмосферы с автоматическим преобразованием измеренного значения МОД, регистрацией и отображением информации на внешних устройствах. [1]

Прибор может быть использован в национальных и международных аэропортах, на аэродромах местных авиалиний и посадочных площадках, на метеорологических станциях гидрометеорологической службы. Измерение могут быть проведены в любое время суток при любых метеорологических условиях (осадки, туман, иней, роса, песчаная буря, гололед, ветер при скорости до 55 м/с) как автономно, так и в составе метеорологических станций.