

А. А. ЛУХВИЧ, А. Л. ЛУКЬЯНОВ

Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»

Минск, Беларусь

В лаборатории металлофизики Института прикладной физики НАН Беларуси проведены теоретические расчёты, компьютерное моделирование и экспериментальные исследования первичного магнитного преобразователя для контроля толщины двухслойных немагнитных и слабомагнитных покрытий. В качестве примера двухслойных покрытий можно назвать никель – хромовые покрытия, где на «толстый» никель, толщиной до 700 мкм, наносят хромовое покрытие толщиной от 50 до 150 мкм. Такое сочетание покрытий часто встречается, например, в авиастроительной и космической промышленности.

Принцип работы преобразователя основан на локальном намагничивании постоянным магнитным полем контролируемого объекта при установке датчика на поверхность изделия и измерении вторичного потока индукции магнитного поля, которое создаётся объектом контроля, при подъёме преобразователя. Конструкция первичного преобразователя выполнена таким образом, что первичное магнитное поле (намагничивающее), не влияет на измерения вторичного магнитного поля (информационного). При этом в измерительном элементе первичного преобразователя возникает ЭДС, обусловленная только информационным магнитным полем, амплитуда которой обратнопропорциональна толщине покрытия.

Форма сигнала на выходе первичного преобразователя представляет собой импульс определённой амплитуды и длительности, который проходит два этапа обработки. На первом этапе происходит усиление и частичное интегрирование сигнала аналоговым интегратором. Данная процедура позволяет очистить информативный сигнал от высокочастотных помех и растянуть импульс во времени, тем самым подготовить его ко второму этапу обработки. Второй этап – это цифровое интегрирование встроенным в процессор аналого-цифровым преобразователем.

Параметры преобразователя для контроля немагнитного покрытия оптимизированы таким образом, чтобы обеспечить высокую разрешающую способность к толщине немагнитных покрытий на никеле и низкую чувствительность к изменениям толщины никеля.

Параметры преобразователя для контроля никеля выбраны из условия низкой разрешающей способности к толщине немагнитных покрытий, а также приближения намагниченности никеля в объёме информативной зоны к намагниченности насыщения, что обеспечивает контроль никелевых

покрытий под немагнитными покрытиями, а также исключает или минимизирует погрешности, обусловленные структурным состоянием никеля и технологией его нанесения.

В рамках программы Союзного государства «Космос-НТ» разработан прибор: магнитный толщиномер двухслойных покрытий МТДП-1, который предназначен для контроля покрытий на немагнитных и слабомагнитных основаниях.



Рис. 1. Внешний вид магнитного толщиномера двухслойных покрытий МТДП-1

Прибор МТДП-1 оснащён двумя первичными преобразователями и обеспечивает контроль никелевых покрытий под немагнитным покрытием в диапазоне от 200 до 700 мкм с основной абсолютной погрешностью $\pm(5 + 0,10N)$ мкм (где N – толщина никелевого покрытия) и немагнитных покрытий, нанесённых на никель в диапазоне от 1,5 до 200 мкм с основной абсолютной погрешностью $\pm(5 + 0,05N)$ мкм (где N – толщина немагнитного покрытия).

В приборе применены уникальные программные решения и алгоритмы, позволяющие осуществлять отстройку от влияния таких мешающих факторов, как магнитные свойства основания под покрытием и кривизна контролируемой поверхности.

Питание толщиномера осуществляется от четырёх элементов типа ААА (алкалайновых) батареек с номинальным напряжением 1,5 В или аккумуляторов с номинальным напряжением 1,2 В). Малое энергопотребление, всего 17 мА, обеспечивает непрерывную работу прибора более 50 часов.

Магнитный толщиномер двухслойных покрытий МТДП-1 сертифицирован в РФ (свидетельство № 47796 от 11.11.2012 г.) и внесён в реестр средств измерений № 50930-12.