



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1375943** **A1**

(51) 4 G 01 B 7/10

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4032928/25-28

(22) 28.02.86

(46) 23.02.88, Бюл. № 7

(71) Уфимский авиационный институт
им. Серго Орджоникидзе

(72) В.П. Фридман

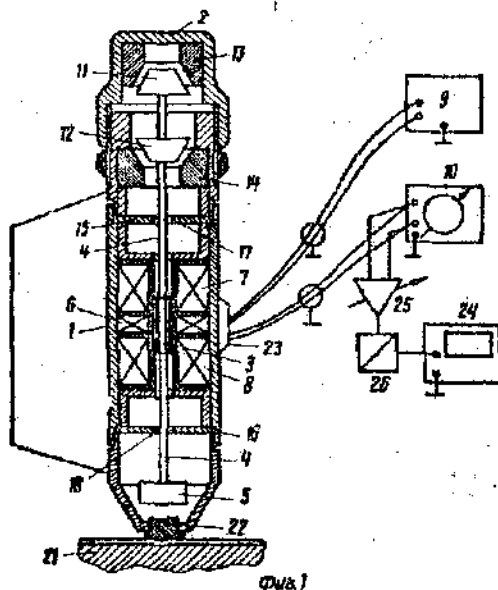
(53) 620.179.14(088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР,
№ 590591, кл. G 01 B 7/06, 1976.

(54) ТОЛЩИНОМЕР В.П. ФРИДМАНА

(57) Изобретение относится к измерительной технике. Цель изобретения - повышение производительности и расширение области применения, а также повышение точности измерений толщины изделий сложного профиля и обеспечение возможности измерения толщины изделий из диамагнитных и парамагнитных материалов. Для этого с

помощью измерителя перемещения, размещенного в центральной части корпуса 1, измеряют перемещение постоянного магнита 5, закрепленного на одном конце немагнитного штока 4, на другом конце которого закреплена пара магнитов 11 и 12 магнитных радиально-центрирующих осевых упоров, другая пара магнитов 13 и 14 установлена соответственно в крышке 2 и корпусе 1 толщиномера у его нерабочего торца. С помощью осевых упоров перед измерением осуществляется предварительная балансировка толщиномера, т.е. обеспечивается такое положение ферромагнитного стержня 3, при котором показания измерителя 10 равны нулю. Перемещение постоянного магнита 5 с помощью измерителя перемещения однозначно связано с толщиной изделий. 2 з.п. ф-лы, 4 ил.



(19) **SU** (11) **1375943** **A1**

РИС. 1

Изобретение относится к измерительной технике - к техническим средствам для неразрушающего профильного контроля как толщины изоляционных и металлических покрытий на ферромагнитных основаниях, так и толщины тонкостенных немагнитных и ферромагнитных изделий.

Цель изобретения - повышение производительности и расширение области применения за счет обеспечения непрерывного следящего контроля за изменением толщины вдоль поверхности изделия и обеспечения контроля как пленочных покрытий (металлических и изоляционных) на ферромагнитных основаниях, так и тонкостенных полых, в том числе полностью замкнутых, ферромагнитных изделий.

Кроме того, целью изобретения является также повышение точности измерений толщины изделий сложного профиля, за счет выполнения магнитов с концентраторами, а также возможность измерения толщины изделий из диамагнитных и парамагнитных материалов за счет использования вспомогательного магнитопроводящего элемента.

На фиг. 1 представлена конструкция толщиномера и его ориентация относительно контролируемого изделия при измерении толщины защитных пленок на ферромагнитных основаниях; на фиг. 2 - установка толщиномера на контролируемом объекте при односторонней профильной толщинометрии тонкостенных ферромагнитных изделий, не имеющих защитных покрытий; на фиг. 3 - взаимная ориентация толщиномера, контролируемого объекта и вспомогательного ферромагнитного элемента при толщинометрии композиционных диа- и парамагнитных изделий; на фиг. 4 - форма чувствительных элементов толщиномера, предназначенных для смены основного магнита при необходимости контроля сложнопрофильных ферро- и диамагнитных изделий.

Толщиномер содержит стержневой полый корпус 1 с крышкой 2 на одном из его торцов, установленной с возможностью перемещения относительно продольной оси корпуса 1, расположенные вдоль этой оси полый ферромагнитный стержень 3, немагнитный шток 4 и постоянный магнит 5, установлен-

ный в центральной части корпуса 1 измеритель перемещения, выполненный в виде трех соосно установленных обмоток 6-8, охватывающих шток 4, средняя из которых 7 предназначена для подключения к стабилизированному источнику 9 переменного тока, а крайние обмотки 6 и 8 включены встречно и предназначены для подключения к измерителю 10 напряжения, два соосно размещенных магнитных радиально центрирующих осевых упора, каждый из которых выполнен в виде конического 11(12) и цилиндрического 13(14) с конусообразным отверстием магнитов, конические магниты 11 и 12 закреплены на одном конце штока 4, на другом конце которого закреплен постоянный магнит 5, а цилиндрические с конусообразными отверстиями магниты 13 и 14 закреплены соответственно в крышке 2 и в корпусе 1 у его нерабочего торца, два установленных по обе стороны от измерителя перемещения экранирующих диска 15 и 16 с центральными отверстиями и установленные в них антифрикционные направляющие втулки 17 и 18, в которых размещен шток 4, а ферромагнитный стержень 3 размещен в отверстии обмоток 6-8 измерителя перемещения и жестко связан со штоком 4.

Постоянный магнит 5 выполняется сменным с концентратором 19 на его рабочем торце.

Толщиномер снабжен вспомогательным магнитопроводящим элементом 20 эллипсоидной или сферической формы, предназначенным для установки в зоне измерения с противоположной стороны стенки изделия 21. На рабочем торце корпуса 1 установлен диамагнитный колпачок 22.

Толщиномер функционирует следующим образом.

При необходимости контроля защитных покрытий - как изоляционных, так и металлических - на ферромагнитных основаниях перед измерениями по стрелочному индикатору измерителя 10 проверяют исходную балансировку толщиномера, для чего последний вертикально устанавливают диамагнитным колпачком 22 на ферромагнитную пластину, поверхность которой не имеет никаких покрытий. Если показание измерителя 10 при этом равно

нулю, то исходная балансировка толщиномер не нуждается в коррекции. Если показание измерителя 10 отличается от нулевого плавным вращением крышки 2 добиваются установления нулевого уровня сигнала, регистрируемого измерителем 10.

При этом подвижный ферромагнитный стержень 3 находится в среднем "взвешенном" положении, при котором действие силы тяжести подвижного узла, составленного элементами 5, 4, 3, 12 и 11, а также совместное действие однонаправленных с указанной силой тяжести усилия притяжения постоянного магнита 5 к упомянутой свободной от покрытия ферромагнитной пластине и действие выталкивающего осевого усилия, создаваемого магнитным радиально-центрирующим осевым упором, уравниваются противодействием направленной вверх осевой силы, создаваемой магнитным взаимодействием магнитов 12 и 14 нижнего осевого упора.

После указанного предварительного контроля исходной балансировки толщиномер его устанавливают внешним торцом диамагнитного колпачка 22 на исследуемом изделии 21 у подлежащего измерению участка защитного покрытия нормально к плоскости этого участка (фиг.1).

Поскольку сила взаимодействия между постоянным магнитом 5 и ферромагнитным основанием исследуемого изделия 21 имеет меньшую величину, чем сила взаимодействия магнита 5 с чистой ферромагнитной пластиной при исходной балансировке толщиномер, когда расстояние между указанными взаимодействующими элементами является минимальным, то вследствие нарушения исходного равновесия действующих на подвижной узел толщиномер сил этот узел под действием неуравновешенной части направленного вверх выталкивающего осевого усилия магнитов 12 и 14 осевого упора смещается кверху до достижения динамического равновесного состояния, обусловленного возрастающим осевым усилием верхнего осевого упора.

Перемещение вверх постоянного магнита 5 и жестко связанного с ним штока 4 с ферромагнитным стержнем 3 и магнитами 11 и 12 обоих магнитных осевых упоров является при опре-

деленном ферромагнитном основании всех контролируемых изделий однозначной функцией от толщины защитных покрытий, независимо от их типа - как электропроводящих, в том числе полупроводниковых и металлических, так и изоляционных.

При уходе в процессе измерения магнита 5 от его предварительно установленного исходного сбалансированного состояния одновременно происходит также отклонение ферромагнитного стержня 3 от его исходного среднего положения в трехсекционном измерителе перемещения.

В связи с этим на его встречно включенных обмотках 6 и 8 формируется разностный сигнал, пропорциональный отклонению постоянного магнита 5 от его исходного положения.

Разностный сигнал со встречно включенных обмоток 6 и 8 через контактный разъем 23 поступает на вход измерителя 10 напряжения, шкала стрелочного индикатора которого предварительно с помощью ферромагнитных пластин, покрытых немагнитными защитными пленками калиброванных толщин, градуируется непосредственно в единицах контролируемого параметра (толщины).

Отградуированная таким образом шкала измерителя 10 является универсальной и справедливой для контроля покрытий с различными электрофизическими и химическими свойствами.

Плавное перемещение толщиномер внешним торцом диамагнитного колпачка 22 вдоль заданного контура на поверхности контролируемого изделия 21, можно по показаниям измерителя 10 снять непрерывную кривую изменения толщины покрытия вдоль указанного контура.

Профилограмма, характеризующая закон изменения толщины покрытия вдоль заданного контура на контролируемом изделии, может быть графически зарегистрирована с помощью самописца 24, подключенного через усилитель 25 и детекторное звено 26 к входу измерителя 10 (фиг.1).

Наряду с оперативным контролем разнородных защитных покрытий предлагаемое устройство позволяет осуществлять дискретную и непрерывную следящую толщинометрию тонкостенных ферромагнитных изделий - как открытого

типа (листовых, рулонных), так и полых, в том числе полностью закрытых (замкнутых), которые не только включают возможность двустороннего доступа к подлежащим контролю участкам стенки, но которые полностью исключают возможность ввода в полость изделия каких-либо вспомогательных элементов.

Наряду с рассмотренными возможностями дискретного и непрерывного контроля толщины как разнородных немагнитных покрытий на ферромагнитных основаниях, так и толщины тонкостенных - открытых и замкнутых (полых) ферромагнитных изделий 21, предлагаемым толщиномером обеспечиваются также дополнительные возможности дискретного и следящего профильного контроля характера изменения толщины одноэлементных и многослойных немагнитных изделий 21 различного физико-химического состава, в том числе композиционных комбинированных изделий, состоящих из сочетания чередующихся электропроводящих и изоляционных слоев.

При контроле таких изделий против диамагнитного колпачка 22 толщиномера, установленного с одной стороны контролируемого немагнитного изделия 21 (фиг.3), с другой стороны изделия 21 располагают вспомогательный магнитопроводящий элемент 20, форма которого может выбираться различной в зависимости от вида контролируемых объектов - открытых или замкнутых (полых).

Так, при контроле толщины стенок полых диамагнитных изделий 21 наиболее оптимальной является сферическая форма вспомогательного магнитопроводящего элемента 20, в то время как при профильном контроле открытых диамагнитных изделий - плоских, листовых и рулонных наиболее оптимальной с точки зрения технологического удобства и точности измерений является уплощенная эллипсоидная форма вспомогательного магнитопроводящего элемента 20, как это показано на фиг. 3.

В процессе проводимых измерений под действием поля постоянного магнита 5 толщиномера, устанавливаемого с одной стороны контролируемого изделия 21, вспомогательный магнитопроводящий элемент 20 ориентируется

по другую сторону изделия 21 у участка его поверхности, противоположащего диамагнитному колпачку 22. Постоянный магнит 5 под действием сил взаимодействия с вспомогательным магнитопроводящим элементом 20 опускается вниз, уходя от своего исходного (установленного при свободном толщиномере, ненагруженном какими-либо образцами) положения, при котором ферромагнитный стержень 3 находится в своем среднем, нейтральном положении в измерителе перемещения.

Осевое перемещение магнита 5 вниз однозначно зависит от толщины контролируемого немагнитного изделия 21 на его исследуемых участках и измеряется измерителем перемещения.

Значения толщин обследуемых немагнитных изделий 21 снимаются со стрелочного индикатора измерителя 10 напряжения, шкала которого, предварительно отградуированная с помощью серии калиброванных по толщине эталонных немагнитных пластин непосредственно в единицах контролируемого параметра, является универсальной и справедливой для немагнитных изделий с произвольным сочетанием физико-химических и электропроводящих свойств.

Кроме того, для повышения точности при необходимости проведения одностороннего дискретного и непрерывно следящего контроля открытых и замкнутых сложнопроводящих ферромагнитных изделий 21 со сложным профилем целесообразно выполнять постоянный магнит 5 сменным с концентратором 19 на его рабочем торце, т.е. выполнять наконечник магнита 5 сферическим или конусным (фиг.4).

Смену указанных магнитов 5 и переход от наконечника к наконечнику производят в соответствии с ростом крутизны изменения профиля стенки изделия 21 для обеспечения максимальной разрешающей способности и оптимальных условий регистрации наиболее объективной профилограммы стенки изделия 21 вдоль его контролируемого контура.

55 Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

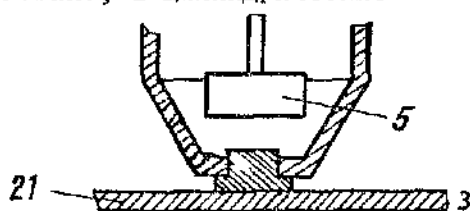
1. Толщиномер, содержащий стержневой полый корпус с крышкой на одном из

его торцов, установленной с возможностью перемещения относительно продольной оси корпуса, расположенные вдоль этой оси полый ферромагнитный стержень, немагнитный шток и постоянный магнит, установленный с возможностью перемещения у рабочего торца корпуса, отличающийся тем, что, с целью повышения производительности и расширения области применения, он снабжен установленным в центральной части корпуса измерителем перемещения, выполненным в виде трех соосно установленных обмоток, охватывающих шток, средняя из которых предназначена для подключения к стабилизированному источнику переменного тока, а крайние обмотки — для подключения к измерителю напряжения, двумя соосно размещенными магнитными радиально-центрирующими осевыми упорами, каждый из которых выполнен в виде конического и цилиндрического с конусообразным отверстием магнитов, конические магниты закреплены на одном конце штока, на другом конце которого закреплен постоянный магнит, а цилиндрические

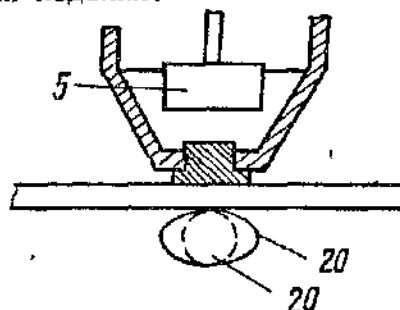
с конусообразными отверстиями магниты закреплены соответственно в крышке и в корпусе у его нерабочего торца, двумя установленными по обе стороны от измерителя перемещения экранирующими дисками с центральными отверстиями и установленными в них антифрикционными направляющими втулками, в которых размещен шток, а ферромагнитный стержень размещен в отверстии обмоток измерителя перемещения и жестко связан со штоком.

2. Толщиномер по п. 1, отличающийся тем, что, с целью повышения точности измерений толщины изделий сложного профиля, постоянный магнит выполнен сменным с концентратором на его рабочем торце.

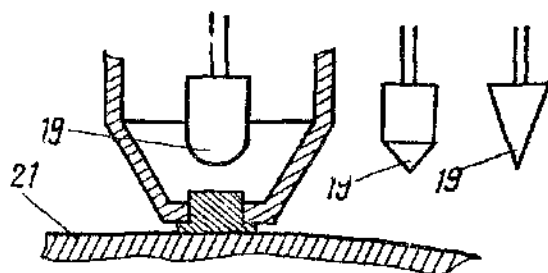
3. Толщиномер по п. 1, отличающийся тем, что, с целью измерения также толщины изделий из диамагнитных и парамагнитных материалов, он снабжен вспомогательным магнитопроводящим элементом эллипсоидной или сферической формы, предназначенным для установки в зоне измерения с противоположной стороны стенки изделия.



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Редактор В. Бугренкова

Составитель И. Рекунова
Техред Л. Олейник

Корректор А. Зимокосов

Заказ 768/40

Тираж 680

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4

