

Для перемещения стола по двум координатам используются шаговые приводы 4 и 5 с контролем величины перемещения индуктивными датчиками 6 и 7.

После сварки выполнялось исследование статической и циклической прочности сварных швов.

Исследование статической прочности швов выполнялось на разрывной машине Tinius Olsen H150K-U (Великобритания). Образцы подвергались статическому нагружению вдоль оси проволоки с увеличением нагрузки до разрушения шва.

Исследование циклической прочности сварных швов выполнялось на специально разработанной установке. Замкнутые образцы подвергаются циклическому нагружению с частотой 25 Гц и амплитудой 5 мм в течение 5 часов. После этого исследовалась целостность шва.

Результаты исследований динамической прочности позволяют выбрать оптимальные режимы сварки и ультразвуковых колебаний, обеспечивающих требуемое качество сварки.

В результате исследований было показано, что образование неразъемного соединения протекает в две стадии: на первой стадии за счет УЗК происходит разрушение оксидных пленок, адсорбирующих слоев и развитие физического контакта путем сближения вскрытых ювенильных поверхностей; на второй стадии происходит

образование локальных микросхватываний соединяемых металлов в результате взаимной диффузии материалов при нагревании их импульсом электрического тока. Установлено, что наибольшая средняя прочность соединения достигается при соотношении длительности электрического импульса к длительности периода ультразвуковых колебаний в пределах 10...15.

Полученные результаты внедрены в технологический процесс изготовления элементов стентграфтов в ООО «Полимедтех».

Литература

1. Ming, H. Wu. Fabrication of Nitinol Materials and Components In: Proceedings of the International Conference on Shape Memory and Superelastic Technologies / H. Wu. Ming // Kunming, China. – 2001. – P. 285–292.
2. Tan, B. Micro-Welding of Nitinol Shape Memory Alloy / B. Tan // Ph.D. Thesis, University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada, 2004.
3. Савченко, А. Л. Интенсификация процесса электроконтактной микросварки проволочных изделий медицинской техники с наложением УЗК / А. Л. Савченко / Новые материалы и технологии: порошковая металлургия, композиционные материалы, защитные покрытия, сварка : материалы 14 МНТК, 9–11 сентября 2020 г. – Минск : Белорусская наука, 2020. – С. 579–582.

УДК 53.088; 620.179.14

ПОВЫШЕНИЕ ЛОКАЛЬНОСТИ НАМАГНИЧЕННОГО УЧАСТКА ИЗДЕЛИЯ ПРИ ЕГО НАМАГНИЧИВАНИИ МЕТОДОМ «ТОЧЕЧНОГО ПОЛЮСА»

Сандомирский С.Г.

*ГНУ «Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси»
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Известные устройства для намагничивания стальных и чугунных изделий с целью их магнитной структуроскопии не в полной мере обеспечивают локальность намагничивания. В докладе задача повышения локальности намагнитенного участка изделия решена за счет формирования «пятна» остаточной намагнитенности в контролируемом изделии только участками изделия, расположенными в непосредственной близости от места контакта постоянного магнита с поверхностью изделия. При этом эти участки изделия намагничиваются до состояния, близкого к магнитному насыщению. Это повышает достоверность контроля физико-механических свойств ферромагнитных изделий за счет повышения коэрцитивного эффекта метода.

Ключевые слова: локальное намагничивание, коэрцитивная сила, остаточная намагнитенность, метод «точечного полюса».

INCREASING THE LOCALISATION OF THE MAGNETISED AREA OF A PRODUCT WHEN MAGNETISED USING THE “POINT POLE” METHOD

Sandomirski S.

*Joint Institute of Mechanical Engineering of the NAS of Belarus
Minsk, Belarus*

Abstract. The known devices for magnetization of steel and iron items for the purpose of their magnetic structuroscopy do not fully ensure the magnetization locality. In the report, the task of increasing the magnetised local content is solved by forming a “spot” of residual magnetisation in the monitored product only by parts of the product, located in the immediate vicinity of the contact point of the permanent magnet with the surface of the product. These parts are magnetised to a state of near magnetic saturation. This increases the reliability of controlling the physical and mechanical properties of ferromagnetic articles by increasing the coercivity of the method.

Key words: local magnetisation, coercive force, residual magnetisation, point pole method.

Адрес для переписки: Сандомирский С.Г., ул. Академическая, 12, г. Минск 220072, Республика Беларусь
e-mail: sand_work@mail.ru

Неразрушающий анализ структуры локальных участков крупногабаритных стальных изделий и чугунных отливок основан на локальном измерении их коэрцитивной силы [1]. Одним из методов намагничивания изделий для этого является метод «точечного полюса» [2, 3] и реализующие его приборы «Магнитный сортировщик МС» (рис. 1) [4].



Рисунок 1 – Прибор «Магнитный сортировщик»

Но они обладают и недостатком – локальность намагничивания контролируемого участка изделия не высока.

Цель доклада – анализ и разработка технических средств, повышающих локальность намагниченного участка изделия при его «точечном» намагничивании.

Недостатки проанализированных устройств [2–4] в низкой стабильности и локальности остаточной намагниченности контролируемого участка изделия. Они связаны с тем, что в формировании намагниченного «пятна» изделия вовлекаются участки, расположенные за пределами площадки контакта известных устройств с поверхностью контролируемого изделия, и эти участки не намагничиваются до технического насыщения.

Задача решена в устройстве (рис. 2), содержащем стержневой постоянный магнит 1, намагниченный перпендикулярно своей рабочей поверхности, и экран 2, изготовленный из магнитомягкого материала, охватывающий боковую поверхность магнита. Плоскость расположения торцевой поверхности экрана совпадает с плоскостью рабочей (контактирующей с поверхностью изделия 3) поверхностью магнита. Экран и магнит выполнены одинаковой длины и их торцевые поверхности, противоположные рабочей поверхности магнита, расположены в одной плоскости и замкнуты между собой магнитным шунтом 4 из магнитомягкого материала. Причем стержневой постоянный магнит жестко скреплен с экраном так, что плоскость расположения торцевой поверхности экрана совпадает с плоскостью рабочей поверхности магнита, а площадь $S_{\text{Э}}$ сечения экрана, параллельного рабочей поверхности магнита, установлена из соотношения:

$$\frac{S_M B_{rM}}{\mu_0 M_{sЭ}} \leq S_{\text{Э}} \leq \frac{1,5 S_M B_{rM}}{\mu_0 M_{sЭ}},$$

где S_M – площадь центрального сечения магнита, параллельного его рабочей поверхности; B_{rM} – остаточная индукция материала магнита; $M_{sЭ}$ – намагниченность технического насыщения материала экрана; μ_0 – магнитная постоянная.

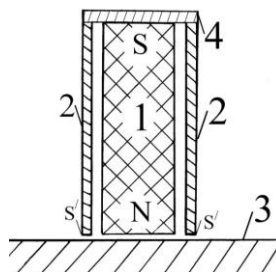


Рисунок 2 – схема сечения устройства

Для намагничивания изделия осуществляют кратковременный контакт рабочей торцевой поверхности устройства с поверхностью изделия. После намагничивания устройство удаляют от намагниченного изделия.

Эффект подмагничивания материала магнита полем охватывающих его не рабочую поверхность экрана и магнитного шунта способствует увеличению намагниченности магнита и эффективности намагничивания локального участка контролируемого изделия, повышает коэрцитивный эффект метода. При намагничивании устройством изделия 3 практически все силовые линии магнитной индукции, сосредоточенные в магните, через его магнитный полюс N и изделие замыкаются на магнитный полюс S', индуцированный на торцевой поверхности экрана магнитным полюсом N магнита. При этом в формировании локально намагниченного «пятна» изделия участвуют только его области, расположенные под местом контакта рабочей поверхности устройства с поверхностью изделия, которые при этом намагничиваются до магнитного насыщения. Следствием усиления локализации «пятна» остаточной намагниченности на поверхности изделия и лучшего намагничивания его материала является увеличение [5] градиента ∇H_{\perp} нормальной составляющей поля остаточной намагниченности на поверхности изделия после его полюсного намагничивания устройством по сравнению с намагничиванием изделия только магнитом. Это подтверждают приведенные на рис. 3 результаты модельного эксперимента по намагничиванию контролируемого изделия (в качестве которого использован диск из стали 3 диаметром 196 мм толщиной 34 мм) разработанным устройством с экраном разной площади $S_{\text{Э}}$ сечения.

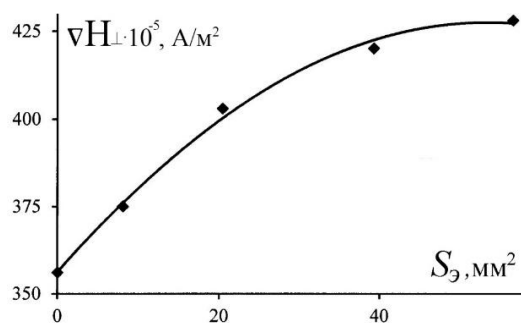


Рисунок 3 – Зависимость градиента ∇H_{\perp} поля остаточной намагниченности стального изделия после намагничивания от площади $S_{\text{Э}}$ поперечного сечения экрана устройства

Технический результат применения устройства: повышение локальности намагничивания контролируемого изделия и остаточной намагниченности контролируемого участка изделия после намагничивания. Это повышает достоверности контроля физико-механических свойств ферромагнитных изделий за счет повышения коэрцитиметрического эффекта метода. Область

применения – измерения в неразрушающем контроле и смежных областях физики и техники.

Литература

1. Гобов, Ю. Л. Измерение коэрцитивной силы в локальной области образца / Ю. Л. Гобов, С. В. Жаков, А. В. Михайлов // Дефектоскопия, 2017. – № 11. – С. 27–32.
2. Сандомирский, С. Г. Применение полюсного намагничивания в магнитном структурном анализе (обзор) / С. Г. Сандомирский // Дефектоскопия, 2006. – № 9. – С. 36–64.
3. Матюк, В. Ф. Приборы магнитной структурографии на основе локального однополярного импульсного намагничивания / В. Ф. Матюк // Неразрушающий контроль и диагностика, 2012. – № 2. – С. 28–64.
4. Универсальный магнитный сортировщик и его применение для решения задач неразрушающего контроля / С. Г. Сандомирский [и др.] // Контроль. Диагностика. – 2004. – № 8. – С. 27–31.
5. Сандомирский, С. Г. Анализ чувствительности поле- и градиентометрических датчиков к коэрцитивной силе материала изделия с плоской поверхностью после полюсного намагничивания / С. Г. Сандомирский // Контроль. Диагностика. – 2008. – № 5. – С. 31–41.

УДК 539.21

НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ НИКЕЛЕВЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ЕМКОСТНЫХ ДАТЧИКОВ

Сапсалиев Д.В.¹, Петровская А.С.², Мельникова Г.Б.^{1,2}, Аксютчиц А.В.³, Котов Д.А.³,
Радокевич Д.Л.², Чижик С.А.²

¹Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка,

²ГНУ «Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси»

³Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Методом атомно-силовой микроскопии исследована структура покрытий никеля, сформированных методом ионно-лучевого распыления. Изучено влияние различных типов обработки металлического покрытия и его модификации пленками Ленгмюра–Блоджетт на основе полиметилметакрилата.

Ключевые слова: никелевые покрытия, ионно-лучевое распыление, атомно-силовая микроскопия, метод Ленгмюра–Блоджетт, емкостные датчики.

NANOSTRUCTURED NICKEL COATINGS FOR CAPACITIVE SENSORS

Sapsaliou D.¹, Petrovskaya A.², Melnikova G.^{1,2}, Aksyuchits A.³, Kotov D.³,
Radzuikevich D.², Chizhik S.²

¹Belarusian State Pedagogical University named after Maxim Tank

²A. V. Luikov Heat and Mass Transfer Institute of NAS of Belarus

³Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Belarus

Abstract. Structural and morphological characteristics of nickel coatings formed by ion-beam sputtering were studied by atomic force microscopy. The effect of different types of metal coating processing and its modification with Langmuir–Blodgett films based on poly(methyl methacrylate) has been studied.

Key words: nickel coatings, ion-beam sputtering, atomic force microscopy, Langmuir–Blodgett method, capacitive sensors.

Адрес для переписки: Мельникова Г.Б., ул. П.Бровки, 15, г. Минск 220072, Республика Беларусь
e-mail: galachka@gmail.com

Введение. Разработка химических сенсоров необходима для упрощения процедуры проведения количественного анализа веществ. В настоящее время классические аналитические методы

замещаются на сенсорные измерения. Помимо очевидных преимуществ миниатюризации, таких как уменьшение габаритов, массы, расхода реагентов, интегрирование в одном чипе нескольких