

Г.М. СУЧКОВ, докт. техн. наук, профессор, НТУ "ХПИ", Харьков;
О.Н. ПЕТРИЦЕВ, докт. техн. наук, профессор, НТУУ "КПИ", Киев;
С.В. ХАЩИНА, аспирант, НТУ "ХПИ", Харьков

ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНАЯ ЭНЕГО- РЕССУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ МЕТАЛЛОИЗДЕЛИЙ С РАЗВИТОЙ ПЛОЩАДЬЮ ПОВЕРХНОСТИ

Приведены результаты исследований и разработок по использованию поверхностных волн для дефектоскопии металлоизделий. Показано, что использование импульсов поверхностных волн возбужденных электромагнитно-акустическим способом дает возможность экономить энергию, металл, инструмент. При этом производительность увеличивается в несколько раз.

Наведено результати досліджень та розробок з використання поверхневих хвиль для дефектоскопії металовиробів. Показано, що використання імпульсів поверхневих хвиль збуджених електромагнітно-акустичним способом дає можливість економити енергію, метал, інструмент. При цьому продуктивність збільшується в кілька разів.

The results of research and development with the use of surface waves for flaw detection hardware. It is shown that pulses of surface waves excited electromagnetic-acoustic method makes it possible to save energy, metal, tool. This performance is increased by several times.

Введение. Миллионы тонн металлопродукции выпускаются путем прокатки – листы, трубы, заготовки и т.д. Эти изделия имеют развитую поверхность, на которой могут быть дефекты: трещины, волосовины, закаты и др. Для исключения попадания к потребителям изделий с дефектами используют методы неразрушающего контроля [1]. Как правило, для обнаружения дефектов поверхности применяют традиционные методы: визуально-оптический [2], капиллярный [3], магнитный [4], вихретоковый [5] или ультразвуковой поверхностными волнами [6]. Они имеют недостатки. Визуально-оптический метод не позволяет обнаруживать дефекты под слоем окалины и загрязнений, особенно это касается дефектов с малым раскрытием. Капиллярный и магнитный, в этом случае, требуют значительных затрат на расходные материалы и подготовку поверхности. Вихретоковый метод требует сложной аппаратной реализации и много времени для обеспечения контроля изделий по всей площади. Традиционный ультразвуковой метод контроля поверхностными волнами применяется редко из-за использования контактного способа возбуждения и приема ультразвуковых импульсов, что приводит к снижению достоверности

дефектоскопии, значительному расходу энергии и ресурсов при обязательной специальной подготовке поверхности объекта контроля (ОК). Использование бесконтактного электромагнитно-акустического (ЭМА) способа возбуждения и приема позволяет повысить производительность и достоверность контроля, но обладает недостаточной чувствительностью. Следовательно, научно-техническая задача по разработке новых средств высокопроизводительного энерго-ресурсосберегающего метода для контроля объектов с развитой поверхностью является актуальной.

Основная часть. В работе [7] показано, что повысить чувствительность ЭМА контроля возможно за счет увеличения магнитного поля или мощности генератора зондирующих импульсов (ГЗИ). Анализ работы ЭМА дефектоскопа показал, что существенное увеличение величины индукции магнитного поля более 1...1,3 Тл практически невозможно. Кроме того, значительная величина индукции поляризующего магнитного поля приводит к существенному увеличению силы прижатия ЭМА преобразователя (ЭМАП) к контролируемому ферромагнитному изделию. Следовательно, это затрудняет сканирование изделия и не позволяет эффективно обеспечивать контроль по всей развитой поверхности. Существенно увеличить мощность ГЗИ также не удастся, поскольку она ограничена возможностями существующих радиоэлементов или требует дорогостоящей разработки. Кроме того, увеличение мощности ГЗИ может приводить к пробоем высокочастотной катушки индуктивности ЭМАП и, как следствие, к снижению надежности дефектоскопии.

Повысить чувствительность при высокой производительности контроля возможно за счет совершенствования методов контроля развитых поверхностей с учетом их формы и геометрических размеров. Естественно, что при этом необходимо соответствующим образом изменять характеристики и параметры ЭМАП.

На данный момент авторами разработан вариант возбуждения и приема поверхностных волн ЭМА преобразователями в листовых, трубчатых и других изделиях, имеющих развитые кромки.

Метод реализуется путем сканирования поверхности ОК ЭМА преобразователем преимущественно вдоль изделия в средней его части. Возбуждают одновременно двунаправленные в противоположных направлениях импульсы ультразвуковых колебаний, тем же или другим ЭМА преобразователем. Принимают отраженные импульсы поверхностных ультразвуковых волн и анализируют их характеристики. При появлении импульсов отраженных от дефектов поверхности изделия, последовательно

возбуждают и принимают ультразвуковые импульсы только в одном из определенных противоположно направленных направлений, что позволяет определить координаты местоположения обнаруженного дефекта и его условные размеры по характеристикам принятых однонаправленных ультразвуковых импульсов.

На рис.1 изображена схема ультразвукового бесконтактного контроля изделий при отсутствии дефектов поверхности рис.1(а) и при наличии дефектов поверхности рис.1(б). На рис.1(а, б) обозначены: 1 - изделие, 2 - электромагнитно-акустический преобразователь 3 - правый (по рисунку) направление распространения поисковых поверхностных ультразвуковых импульсов, 4 - левый (по рисунку) направление распространения поисковых поверхностных ультразвуковых импульсов, 5 - направление сканирования поверхности изделия электромагнитно-акустическим преобразователем, 6, 7 - импульсы отраженные от торцов изделия, 8 - дефект поверхностного слоя изделия, 9 - импульс отраженный от дефекта.

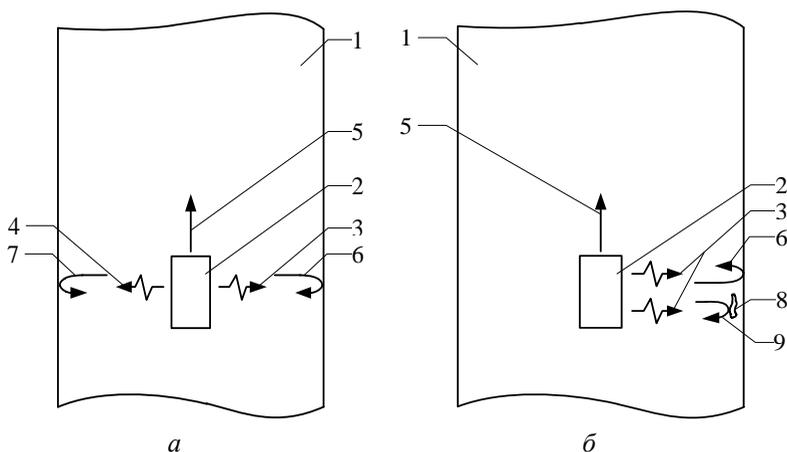


Рис. 1. Схема обнаружения дефектов при ультразвуковом контроле изделий ЭМА преобразователем:
 а) при отсутствии дефектов поверхности; б) при наличии дефектов поверхности

В соответствии с рисунками на поверхности изделия 1 размещают ЭМАП 2 для возбуждения поверхностных ультразвуковых импульсов, которые распространяются в двух противоположных направлениях 3 и 4. ЭМАП 2 перемещают вдоль середины изделия в направлении 5, сканируя поверхностными ультразвуковыми импульсами поверхность и

приповерхностные слои изделия 1. При отсутствии дефекта поисковые импульсы отражаются от торцов 6, 7 изделия и возвращаются в ЭМАП 2 где после усиления регистрируются.

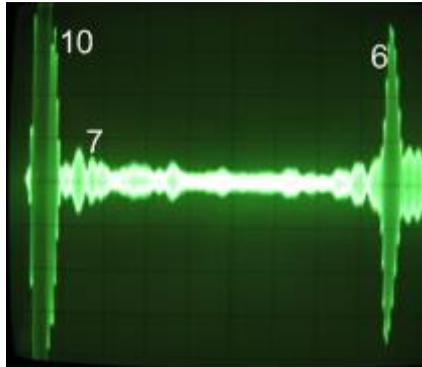


Рис. 2. Развертка на экране осциллографа при отсутствии дефектов на поверхности листа из стали ст.3 толщиной 30 мм длиной 1000мм.

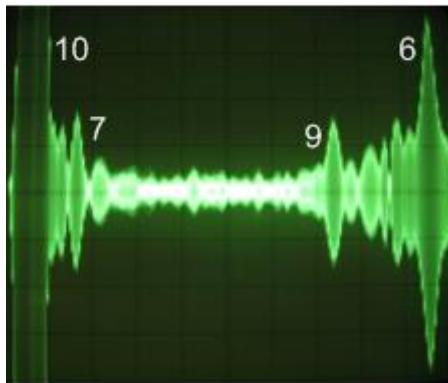


Рис. 3. Развертка на экране осциллографа при наличии дефекта в виде пропила глубиной 2,2 мм на поверхности листа из стали ст.3 толщиной 30 мм. Расстояние дефекта от ЭМАП – 900 мм

Полученная реализация данного метода на образце размером 1000×200×30 мм приведена на рис.2. Ввиду геометрического размера образца ЭМАП был смещен к краю ОК. При отсутствии дефекта 8, на временной развертке между зондирующим импульсом 10 и импульсом отраженным от противоположного торца 6 дополнительных импульсов не

будет. Импульс 7 получен от ближнего торца. Таким образом, обеспечивается высокая производительность контроля всей поверхности изделия 1, например металлического листа.

Если при проведении контроля между импульсом 10 и импульсами 6 появится дополнительный импульс 9 от дефекта 8, то дефектоскоп начинает возбуждать поисковые импульсы 3 или 4 по очереди. При этом принятые сигналы будут иметь вид, как показано на рис.3. Так как волна незначительной мощности возбуждается в противоположную сторону и отражается от ближнего торца, то на экране виден импульс 7. Это дает возможность определить местоположение дефекта и оценить его условные размеры и, соответственно, оценить качество изделия. После завершения процедуры определения местоположения дефекта и оценки его условных размеров, дефектоскоп переключается в исходный поисковый режим контроля.

Выводы. 1. Использование ЭМА способа возбуждения и приема поверхностных волн Рэлея при дефектоскопии поверхности листов, труб и аналогичных изделий позволяет, по сравнению с традиционным контактным методом, исключить затраты на контактную жидкость, зачистку поверхности перед проведением контроля, экономить энергию, металл и инструменты. 2. Разработанный новый способ контроля качества поверхности позволяет существенно повысить производительность контроля при высокой точности дефектоскопии. 3. Экспериментально подтверждено, что использование ЭМА преобразователей позволяет выполнять высокопроизводительное обнаружение дефектов по всей поверхности изделия на значительных расстояниях от ЭМАП.

Список литературы: 1. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник / Под ред. В.В. Клюева. – М.: Машиностроение, 1995. – 488 с. 2. Каневский, И.Н. Неразрушающие методы контроля: учеб. пособие / И.Н. Каневский, Е.Н. Сальникова. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007. – 243 с. ISBN. 3. Глоба С.Н. Капиллярный неразрушающий контроль. Чувствительность и оценка результатов контроля: Учебн.-метод. пособие / С.Н. Глоба, Б.М. Горкунов. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2005. – 72 с. 4. Герасимов, В.Г. Неразрушающий контроль. Книга 3. Электромагнитный контроль / В.Г. Герасимов, А.Д. Покровский, В.В. Сухоруков: – М.: Высш. шк., 1992. – 312 с. 5. Неразрушающий контроль: Справочник: В 7 т. Под общ. ред. В.В. Клюева. Т.2: В 2 кн. – Контроль герметичности. Вихретоковый контроль. – М.: Машиностроение, 2003. – 688 с. 6. Сучков Г.М. Электромагнитно – акустические преобразователи: учеб.-метод. пособие [Текст] / Г.М. Сучков, В.П. Себо. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2003. – 64 с. 7. Повышение чувствительности ЭМА приборов / Г.М. Сучков, А.В. Донченко, Е.Л. Ноздрачева и др. // Дефектоскопия. – 2008. – №2. – С. 15–22.

Надійшла до редакції 15.04.12