ДЕФЕКТОСКОПИЯ СВАРНЫХ ШВОВ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ МЕТОДОМ ВИХРЕВЫХ ТОКОВ

Сергей Федорович Дмитриев, Александр Олегович Катасонов, Владимир Николаевич Маликов, Анатолий Михайлович Сагалаков, Анастасия Юрьевна Филимонова
Алтайский государственный университет
г. Барнаул;

Как известно, многие методы контроля подразумевают нарушение пригодности объекта для дальнейшего использования. Поэтому их возможно использовать лишь для проверки отдельных экземпляров в партии продукции [1]. Альтернативные методы неразрушающего вихретокового контроля могут использоваться для проверки всех изделий, что позволяет быть уверенным в их качестве.

Задача оценки качества сварки и сварных швов в различных металлах неоднократно поднималась в различных научных журналах. Так, например, в работе [2] оценивалась относительная прочность соединения приваренного и основного металла. В статье [3] был предложен новый метод оценки параметров качества сварных соединений, основанный на воздействии высокоскоростной струей воды на поверхность контролируемого объекта.

Актуальной проблемой неразрушающего контроля в современном машиностроении является определение качества сварных швов титановых сплавов. Титан и его соединения в больших объемах применяются в авиационной технике, судостроении, химической промышленности, в ответственных узлах машин. Технический титан используется для производства изделий, предназначенных для работы в агрессивных условиях. Однако некачественные сварные швы титана могут привести к разрушению изделий, изготовленных из этого материала. Эксперименты, проведенные в рамках данного исследования, показали возможность оценки однородности материала сварного шва.

Одним из известных недостатков вихретоковой дефектоскопии - это контроль качества тонкого поверхностного слоя электропроводного материала. Разработанная конструкция вихретокового преобразователя, малые размеры и особая форма сердечника обеспечивает возможность поиска дефектов на глубине до 5 мм.

Для исследования свойств сварных швов в образцах титановых сплавов, применялся разработанный ранее сверхминиатюрный вихретоковый преобразователь (в.т.п.) [4-6]. Характеристики разработанных преобразователей позволяют эффективно локализовать магнитное поле для контроля дефектов от 250 мкм и обеспечивать значительную (до 5 мм) глубину его проникновения в исследуемый объект при работе на достаточно низких частотах [6].

Контролируемым параметром является величина электропроводности материала и ее распределение по поверхности и толщине исследуемого объекта. Вихретоковый преобразователь подключен к звуковой плате персонального компьютера, работающего под управлением специального программного обеспечения [7].

Использование звуковой платы компьютера дает возможность осуществлять во время сканирования варьирование частоты электромагнитного поля, создаваемого возбуждающей обмоткой преобразователя в пределах от 100 Гц до 2 кГц. В данном устройстве опытным путем было подобрано надлежащее напряжение на возбуждающей обмотке, позволяющее эффективно обнаруживать дефекты сварных швов. Значение напряжения составило величину порядка 3 В. Модифицированный вихретоковый преобразователь позволяет эффективно исследовать качество сварки титановых пластин.

С целью демонстрации работоспособности предлагаемого устройства проводилась серия измерений на образцах, представляющих из себя пластины из титана, соединенные с помощью сварных швов. Толщина пластин составляла 5 мм. Ширина сварного шва составляла 5 мм.

В ходе проведения экспериментов было установлено, что оптимальный диапазон частот электромагнитного поля возбуждающей обмотки для исследования титана составляет 1500-1700 Гц.

Сканирование образцов вдоль сварного шва

С целью определения однородности сварного шва осуществлялось сканирование образцов вдоль поверхности сварного шва. При этом существенного изменения амплитуды сигнала не обнаружено. Результаты эксперимента для образца №1 представлены на рис.1.

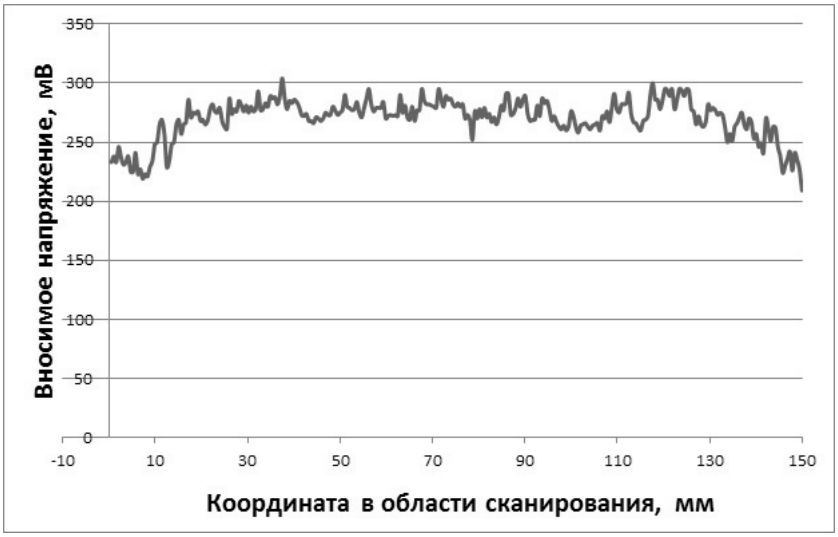


Рис. 1. Величина вносимого напряжения на измерительную обмотку преобразователя при сканировании вдоль сварного шва.

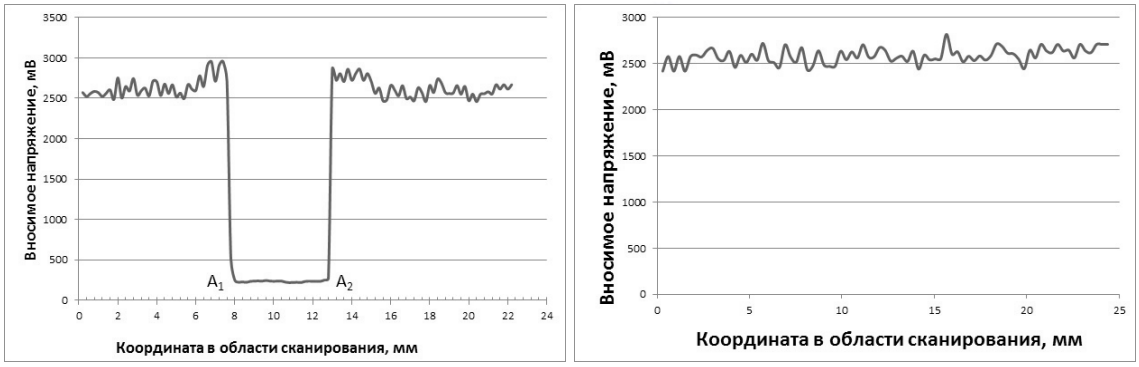
Результаты эксперимента свидетельствуют в пользу относительно однородной структуры сварного шва, но не несут информации о качестве самого

шва. Из результатов данного эксперимента можно лишь заключить о равномерном распределении дефектов сварного шва или о его бездефектности.

Сканирование образцов поперек сварного шва

В следующем эксперименте сканирование осуществлялось поперек сварного шва. Длина сварного шва составляла 150 мм. Шов был разбит на 30 областей по 5 мм в каждой из 30 областей так, чтобы снять сигнал как с самого шва, так и непосредственно с пластин. Полученные зависимости усреднялись. Результаты эксперимента представлены на рис.2а, б.

В данном образце влияние некачественного сварного шва на вносимое напряжение явно прослеживается по значительному падению амплитуды сигнала в области сварного шва по сравнению с областью пластин.



а) Образец №1 б) Образец №2

Рис. 2. Величина отклика при сканировании сварного шва. Частота сканирования – 1600 Гц. Через А1 – А2 обозначены границы сварного шва

Результаты проведенных экспериментов показали высокую эффективность разработанного метода для поиска дефектов в сварных швах титановых пластин и оценки качества сварки. Благодаря изменению амплитуды сигнала вихретокового преобразователя в области сварного шва удалось точно установить границы сварного шва, а его низкое качество хорошо заметно за счет резкого падения амплитуды сигнала. Аналогично, зависимость, полученная в результате сканирования второго образца с высоким качеством сварки, показала отсутствие существенных изменений амплитуды сигнала.

Таким образом анализ отклика вихретокового преобразователя возможно использовать для оценки качества проведенной сварки.

Незначительные изменения отклика вихретокового преобразователя отражают распределение поверхностных трещин сварного шва, что может быть использовано для оценки степени износа сварного шва, подвергающегося нагрузкам.

Список литературы:

1. Дмитриев С.Ф., Лященко Д.Н., Ишков А.В., Новоженов А.В. Особенности реализации аппаратной части виртуализированных измерительных

приборов в методе вихревых токов // Ползуновский вестник. – 2010. – № 2. – С. 45-51.

2. Булычев В.В., Латыпов Р.А. Оценка прочности соединения однородных металлов при электроконтактной приварке // Сварочное производство. – 2012. – № 6. – С. 120-127.

3. Абашин М.И., Барзов А.А., Бочкарев С.В., Галиновский А.Л., Маслов Б.Г. Применение ультраструйной диагностики для оценки качества сварных швов // Сварочное производство. – 2014. – № 9. – С. 57-62.

4. Polyakov V.V., Dmitriev S.F., Ishkov A.V., Kolubaev E.A., Malikov V.N. Non-desructive testing of aluminium alloys by using miniature eddy-current flaw transducers // Advanced Materials Research. – 2014. – Vol. 880. – P. 105-108.

5. Дмитриев С.Ф., Маликов В.Н., Ишков А.В. Сверхминиатюрные вихретоковые преобразователи для задач неразрушающего контроля неферромагнитных материалов // Известия ВУЗов. Физика. – 2012. – № 9/2. – С. 157-160.

6. Dmitriev S.F., Ishkov A.V., Malikov V.N., Sagalakov A.M. Subminiature Eddy Current Transducers for Studying Metal-Dielectric Junctions // Instruments and experimental techniques. – 2014. – Vol. 57. – No. 6. – P. 751-754.

7. Дмитриев С.Ф., Ишков А.В., Сагалаков А.М. «Устройство для обнаружения дефектов малых линейных размеров» // заявка на патент №2014120032. – 19.05.2014.