

УДК 620.179.16

Г.М. Сучков (д-р техн. наук, проф.), А.В. Десятниченко (инженер)

Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт», г. Харьков
кафедра «Приборы и методы неразрушающего контроля»
e-mail: suchkov_gm@mail.ru, o.desyatnichenko@gmail.com

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ КОНТРОЛЕ ТОЛЩИНЫ МЕТАЛЛОИЗДЕЛИЙ С ТОЛСТЫМИ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ПОКРЫТИЯМИ ЭМА МЕТОДОМ

Приведены результаты исследований зависимости уровня полезного сигнала от напряжения питания передающей обмотки электромагнитно-акустического преобразователя. Показано, что уровень соотношения сигнал/шум на выходе приемного усилителя пропорционален амплитуде питающего напряжения датчика. Исследована зависимость уровня полезного сигнала, от количества импульсов, при пакетном возбуждении. Показано, что ввиду резонансных свойств датчика имеет место плавное нарастание импульсов при генерации и при приеме. Причем скорость нарастания для принятой последовательности гораздо ниже, чем для генерируемой. Проведено экспериментальное исследование зависимости амплитуды принимаемого сигнала от зазора. Показано, что при увеличении зазора, с 0 до 2 мм наблюдается рост соотношения сигнал/шум для принятых донных импульсов. При дальнейшем увеличении зазора наблюдается значительное падение этой величины.

Ключевые слова: ЭМА преобразователь, металлоизделие, диэлектрическое покрытие, генератор, зондирующая последовательность.

Общая постановка проблемы. В последнее время методы контроля, основанные на электромагнитно-акустическом (ЭМА) способе возбуждения и приема акустических колебаний получают все большее развитие и применение. Это обусловлено основным преимуществом данного метода перед традиционными – возможностью излучения и приема акустических импульсов при наличии зазора между датчиком и объектом контроля (ОК). Это позволяет проводить контроль изделий, разогретых до высокой температуры, без необходимости принудительного охлаждения (например, при прокате), а также контролировать изделия, находящиеся в длительной эксплуатации и имеющие толстый слой краски или защитного антикоррозионного покрытия.

Однако, современные приборы, реализующие ЭМА способ, не позволяют проводить контроль изделий с зазорами или толщиной покрытий более 2 мм [1]. Это связано с тем, что с увеличением зазора, значительно увеличивается количество энергии, которое необходимо для возбуждения акустического сигнала, а также повышаются требования к чувствительности приемной части. В связи с этим, исследования факторов, которые возникают при увеличении зазора, а также поиск средств борьбы с их влиянием, является актуальной задачей.

Постановка задач исследования. Целью работы является исследование факторов, влияющих на амплитуду принимаемого сигнала, выявления путей оптимизации параметров комплекса генератор – датчик – приемный усилитель [2], а также характера зондирующей последовательности, с целью повышения максимально допустимого зазора между ЭМАП и ОК при контроле толщины металлоизделий, с сохранением точности измерений.

Для достижения цели поставлены и решены следующие задачи:

– исследовать зависимость уровня полезного сигнала от напряжения питания преобразователя;

- исследовать зависимость уровня полезного сигнала от количества импульсов при пакетном возбуждении;
- исследовать зависимость амплитуды принимаемого сигнала от зазора;
- по результатам исследования определить рекомендуемые параметры электронных блоков и характеристик зондирующего сигнала.

Результаты разработки и исследований.

Для проведения исследований был разработан специальный макет [3]. Макет состоит из генератора зондирующего сигнала (ГЗИ), совмещенного ЭМА преобразователя (ЭМАП), приемного усилителя (ПУ) и средств измерения. ГЗИ служит для питания генерирующей обмотки ЭМАП и позволяет генерировать пакетные сигналы с частотой следования (1...1000) Гц, состоящие из (1...20) импульсов с частотой заполнения (1...3) МГц. ЭМАП позволяет проводить измерения с зазором 0...10 мм. Приемный усилитель имеет коэффициент усиления более 300, рабочую полосу (1...3) МГц с неравномерностью усиления 3 дБ, высокую чувствительность и возможность выдерживать кратковременное воздействие высокого напряжения на входе амплитудой до 100 В. В качестве средств измерения использованы два осциллографа С1-65.

Основной величиной, определяющей точностные характеристики контроля толщины изделий, является отношение амплитуды полезного (донного или донных) сигнала и амплитуды шума [4]. Абсолютная амплитуда собственных шумов на выходе приемного усилителя составляет $\pm 0,02$ В. Именно эта величина будет использована для расчетов при исследованиях.

Одними из главных параметров, определяющих отношение полезного сигнала и шума, являются мощность излучаемого сигнала и длительность импульса питания ЭМАП. Амплитуда сигнала на выходе УЗС, питающего ЭМАП, пропорционально зависит от напряжения питания выходного каскада этого усилителя [5] и ограничена максимально допустимыми значениями тока и напряжения применяемых силовых элементов. Зависимость амплитуды сигнала на выходе усилителя от напряжения питания выходного каскада показана на рисунке 1. Экспериментальные исследования выполнены на разработанном стенде при следующих условиях: количество импульсов зондирующей последовательности: 6; частота импульсов зондирующей последовательности: 2 МГц; напряжение питания выходного каскада УЗС: (5...85) В.

Выбор максимального напряжения питания обусловлен максимальным напряжением

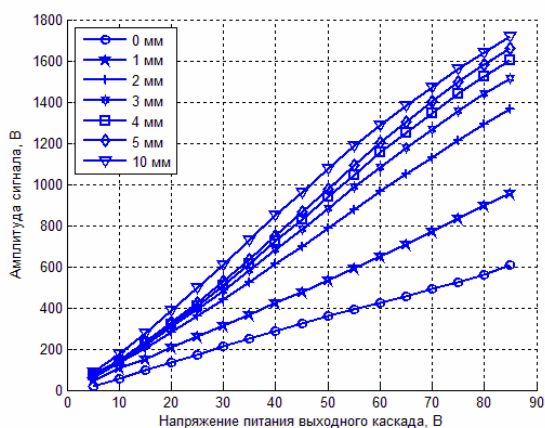
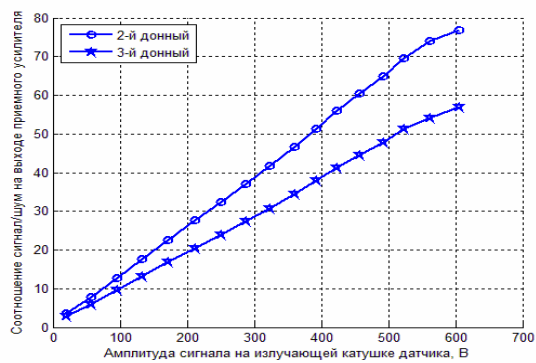


Рисунок 1 – Зависимость амплитуды напряжения питания ЭМА преобразователя от величины напряжения питания выходного каскада усилителя зондирующего сигнала для зазоров (0...5) и 10 мм.

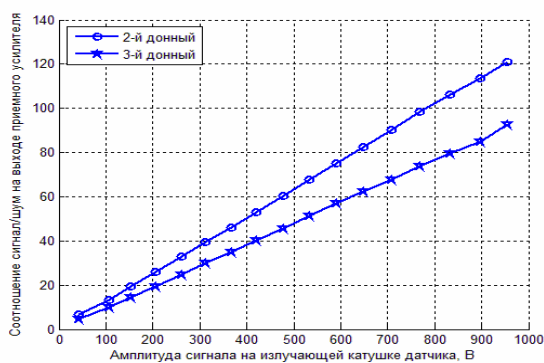
сток-исток транзисторов выходного каскада, которое равно 100 В. Так как транзисторы подключены к индуктивной нагрузке, в роли которой выступает выходной трансформатор [6], индуктивные выбросы не позволяют поднять напряжение выше 85 В.

Экспериментально полученные зависимости, приведенные на рисунке 1 достаточно очевидны – амплитуда на выходе УЗС зависит от зазора и пропорциональна напряжению питания выходного каскада.

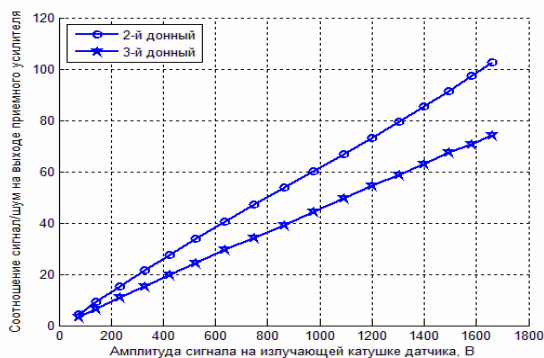
Зависимость отношения донных сигналов и шума от питания ЭМА преобразователя для зазоров 0, 1, 5 и 10 мм приведена на рисунке 2. На приведенных графиках видно, что при зазорах 0 и 1 мм, соответствие между соотношением сигнал/шум принятого и амплитудой зондирующего сигналов примерно равны, а



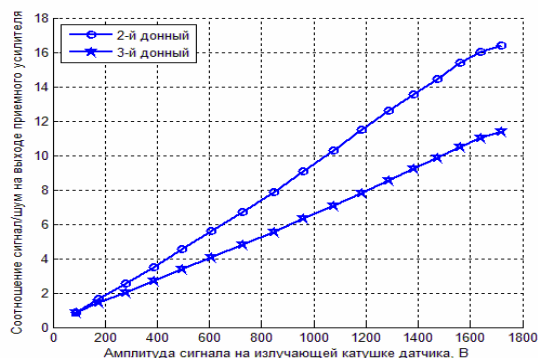
а)



б)



в)



г)

Рисунок 2 – Зависимость отношения амплитуд 2-го и 3-го донных импульсов и шума от напряжения питания ЭМА преобразователя для зазоров: а – 0 мм; б – 1 мм; в – 5 мм; г – 10 мм.

благодаря тому, что при зазоре 1 мм удается достичь большей амплитуды, соответственно и максимальный уровень соотношения сигнал/шум там выше. Однако при дальнейшем увеличении зазора значение соотношения/сигнал шум падает, и даже не смотря на то, что максимальная амплитуда на больших зазорах выше, не удается получить высокого значения отношения сигнала и шума.

Из выше сказанного следует, что для увеличения отношения полезного сигнала и шума, амплитуду напряжения, питающего ЭМАП необходимо увеличивать. Однако, при увеличении питающего ЭМАП напряжения наступает момент, когда происходит межвитковой пробой, и дальнейшая работа ЭМА преобразователя становится невозможной. Мероприятия по исключению межвиткового пробоя путем пропитки ЭМАП различными материалами или расположению соседних витков катушки индуктивности преобразователя на определенном расстоянии друг от друга [7], позволяют увеличить напряжение питания до (3...4) кВ. Необходимость в обеспечении такого высокого напряжения питания ЭМА преобразователя проявляется при увеличении технологического зазора (или толщины диэлектрического покрытия) до (5...10) мм

Следовательно, при использовании ЭМАП для контроля изделий с покрытиями толщиной до 10 мм следует принять меры для обеспечения его работы с напряжениями на индукторе (3...4) кВ. Анализ работы преобразователя показал, что повышение напряжения на нем обусловлено увеличением сопротивления катушки индуктора. А это в свою очередь определяется существенным увеличением индуктивности катушки индуктора.

Поскольку напряжение питания ЭМА преобразователя ограничено максимальным значением, то следует принять меры к увеличению пикового тока, возбуждаемого в катушке индуктивности ЭМАП. Но здесь имеет место многостороннее противоречие, которое заключается в том, что, с одной стороны, эффективность ЭМА преобразования при возбуждении и приеме определяется произведением числа витков на величину высокочастотного тока в катушке преобразователя [8]. Т.е. оно должно быть максимально возможным. С дру-

гой же стороны, для возбуждения в катушке преобразователя максимального тока необходимо минимизировать сопротивление катушки, т.е. уменьшать количество витков. Увеличение толщины провода катушки не дает положительного эффекта из-за скин-эффекта и, кроме этого, увеличивает зазор между магнитной системой ЭМАП и металлом. Поскольку, как правило, проводник катушки преобразователя изготовлены из меди, то выбор материала также не дает положительного результата. С третьей стороны, для получения максимального сигнала при приеме донных импульсов ЭМА преобразователем необходимо количество витков катушки ЭМАП увеличивать. Из изложенного следует необходимость выбора рационального количества витков катушки индуктивности преобразователя.

Эффективность ЭМА преобразования и взаимодействие акустического поля с изделием, кроме возбуждаемой мощности, зависит также от длительности зондирующего импульса [9]. С одной стороны, импульс не должен быть коротким, а с другой – длинным. Увеличение длительности ведет к увеличению потребления и нагреванию силовых каскадов, что не выгодно с энергетической точки зрения и снижает автономность [10]. Также увеличение длительности ведет к снижению точности измерений, т.к. слишком длинные последовательности могут накладываться друг на друга при малых толщинах изделия, что повышает вероятность ошибки, вследствие неправильного обнаружения времени прихода длинной последовательности.

Так как датчик является резонансным контуром, благодаря накоплению энергии в элементах такой системы на резонансной частоте можно достичь достаточно высоких значений амплитуды [11], однако побочным эффектом этого является медленная скорость нарастания амплитуды сигнала, после подачи зондирующей последовательности, а также длительное спадание свободных колебаний после прекращения зондирующей последовательности. Таким образом, возможны ситуации, когда одного или нескольких импульсов недостаточно для передачи необходимой мощности.

На рисунке 3 приведена зависимость амплитуды генерируемого сигнала на датчике в зависимости от количества импульсов для зазоров (0...10) мм для частоты зондирующих импульсов 2 МГц. Анализ приведенных данных показывает, что достижение максимальной амплитуды на передающей катушке датчика достигается на (2...4)-ом импульсе.

Приемная катушка датчика также является резонансной системой, и амплитуда приемных импульсов тоже будет нарастать постепенно, что в сумме с плавным нарастанием зондирующего сигнала даст низкую скорость нарастания принимаемой последовательности.

На рисунке 4 показана зависимость соотношения сигнал/шум для 2-го и 3-го донных импульсов от количества импульсов при зазорах 0, 1, 5 и 10 мм. Для всех зазоров значительный прирост величины соотношения сигнал/шум продолжается до 6-го импульса. Дальнейший рост продолжается до (8...9)-го импульсов, но он незначителен. Максимальные значения этого соотношения для разных зазоров различны: для зазоров 0, 1 и 5 мм эта величина достигает (8...12), чего достаточно для измерений без необходимости применения дополнительных средств цифровой обработки сигналов. Для зазора 10 мм соотношение сигнал/шум имеет значение (1.4...1.5), что может потребовать применения специальных средств обработки информации.

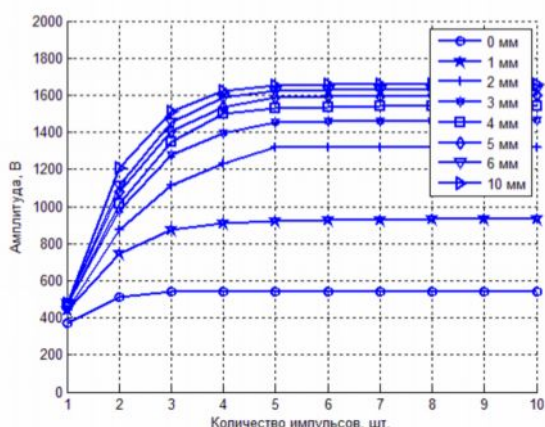
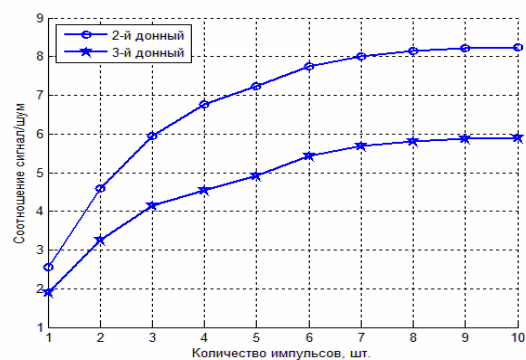
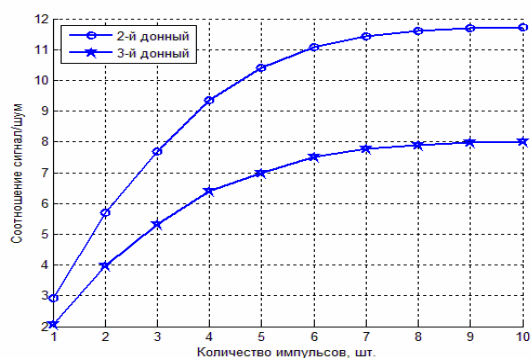


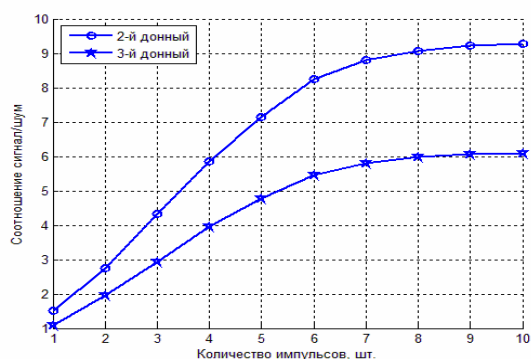
Рисунок 3 – Изменение напряжения на ЭМА преобразователе при увеличении зазора между его катушкой индуктивности и поверхностью металла при установленных начальных настройках напряжения питания.



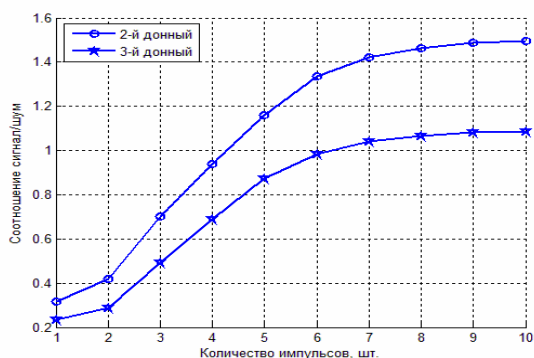
а)



б)



в)



г)

Рисунок 4 – Зависимость сигнал/шум 2-го и 3-го донных импульсов от количества импульсов в зондирующей последовательности для зазоров: а – 0 мм; б – 1 мм; в – 5 мм; г – 10 мм.

Анализ данных, приведенных на рисунке 4 показывает, что для обеспечения эффективной работы ЭМА преобразователя и проведения контроля количество периодов заполнения частоты (длительность) в зондирующем импульсе должно составлять не менее 5...6 шт.

На рисунке 5 показаны результаты зависимости амплитуды сигнала на датчике, тока потребления выходного каскада УЗС и соотношение сигнал/шум принимаемого сигнала второго донного импульса для частоты 2 МГц и количества импульсов (1...10) шт. в зависимости от зазора (0...10) мм.

Ток потребления выходного каскада усилителя линейно зависит от количества импульсов зондирующей последовательности [12]. При постоянной частоте, с увеличением зазора, ток потребления также увеличивается. Ток потребления пропорционален площади импульсов зондирующей последовательности. Если амплитуда импульсов не увеличивается (например, для 0 мм, см. рисунок 5 б), то величина потребления возрастает линейно на постоянную величину. Если же амплитуда последующего импульса растет, то и растет величина приращения тока потребления. Отчетливо это видно для (1...3) импульсов при зазоре 10 мм.

Как видно из рисунка 5 б, с увеличением зазора происходит увеличение амплитуды импульсов. Причем максимального значения амплитуда достигает только на 3...4 м импульсе. Это связано с резонансными характеристиками контура, образованного трансформатором выходного усилителя и катушкой датчика. Максимальный рост наблюдается на изменении зазора с 0 до 2 мм, далее он снижается и после зазора 5 мм практически отсутствует.

На рисунке 5 в приведены соотношения сигнал/шум донных импульсов для частоты 2 МГц и количества импульсов (1...10) шт. в зависимости от зазора (0...10) мм. С увеличением зазора с 0 до 2 мм наблюдается рост амплитуды донных импульсов. С увеличением зазора увеличиваются потери при передаче энергии в объект контроля и обратно, однако они компенсируются за счет роста амплитуды на генерирующей обмотке. С увеличением зазора с 3 мм и выше рост потерь при передаче энергии начинает превышать рост амплитуды

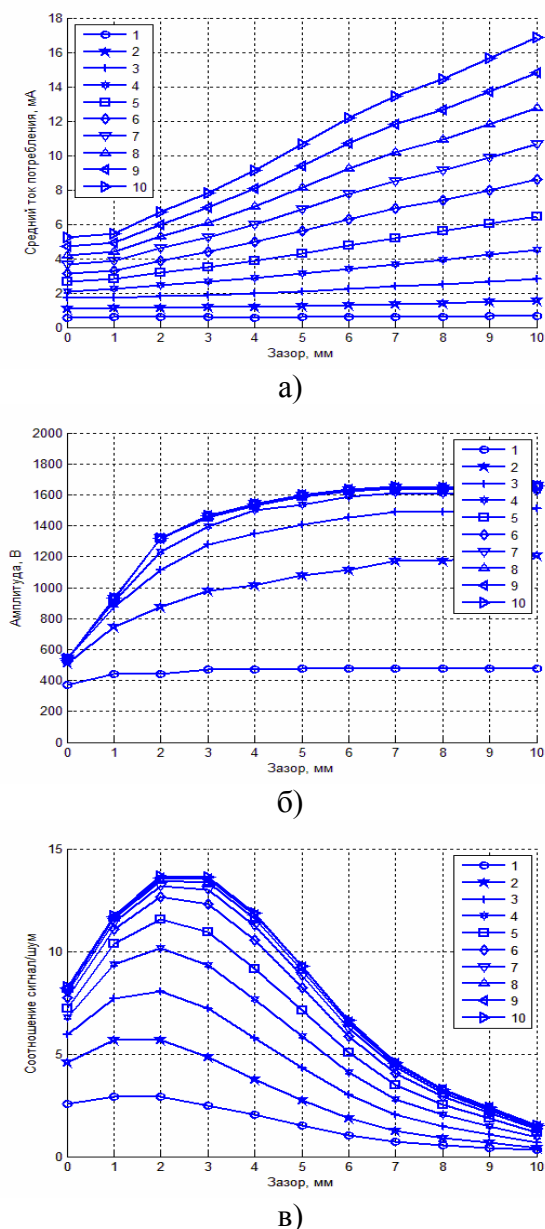


Рисунок 5 – Результаты измерений потребления тока (а), амплитуды зондирующего импульса (б) и соотношения сигнал/шум принимаемого сигнала для второго донного импульса (в) в зависимости от зазора для количества импульсов (1...10) шт. на частоте 2 МГц.

донных импульсов, составляет 3 шт. Оптимальное количество импульсов составляет 5...7 шт. – при таком количестве возможно проводить измерения на широком диапазоне толщин. Использование количества импульсов более 7 шт. не дает существенно прироста, а за счет увеличения длительности зондирующей последовательности, может привести к увеличению мертвой зоны.

на генерирующей обмотке, что в результате вызывает падение амплитуды донных импульсов.

Выводы.

1. Проведено экспериментальное исследование зависимости уровня полезного сигнала от напряжения питания преобразователя. Показано, что уровень соотношения сигнал/шум на выходе приемного усилителя пропорционален амплитуде питающего напряжения ЭМАП. Следовательно, для достижения высокой чувствительности контроля следует добиваться максимально возможного уровня напряжения питания генерирующей обмотки датчика.

2. Исследована зависимость уровня полезного сигнала от количества импульсов при пакетном возбуждении. Показано, что ввиду резонансных свойств датчика, имеет место плавное нарастание импульсов при генерации и при приеме. Причем скорость нарастания для принятой последовательности гораздо ниже, чем для генерируемой. Исходя из полученных данных, количество импульсов, необходимое для работы в условиях большого зазора составляет не менее (5...6) шт.

3. Проведено экспериментальное исследование зависимости амплитуды принимаемого сигнала от зазора. Показано, что при увеличении зазора, с 0 до 2 мм наблюдается рост соотношения сигнал/шум для донных импульсов. При дальнейшем увеличении зазора наблюдается значительное падение этой величины. Это вызвано тем, что рост потерь при передаче энергии начинает превышать рост амплитуды на генерирующей обмотке, что в результате и сказывается на падении амплитуды донных импульсов.

4. По результатам проведенных экспериментов показано, что минимальное количество импульсов в зондирующей последовательности, необходимое для нормальной регистрации

Список использованной литературы

1. ЕМА товщиномерія. (Огляд) / Сучков Г.М., Петрищев О.М., Десятніченко О.В., Юданова Н.М. – Вісник НТУ «ХП». – 2010. – № 12. – Тем. вип. «Електроенергетика и преобразовательная техника». – с. 110-121.
2. Сучков Г.М. Блок ввода аналоговых данных для электромагнитно-акустического толщиномера / Сучков Г.М., Десятніченко А.В. // Інформаційні технології, техніка, технологія, освіта, здоров'я: матеріали XVII між нар. Наук.-практ. Конф., 20-22 травня 2009 р. Харків: у 2 ч – Ч. 1 / орг-комітет Л. Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ (голова). – Харків: НТУ «ХП», 2009. – с.487
3. Розробка макету для проведення досліджень товщинометрії та дефектоскопії ЕМА способом / Десятніченко О.В., Сучков Г.М., Ноздрачова К.Л. Бочарніков М.Р., Рекало К.О., Синельникова А.А – Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: XXII міжнар. наук.-практ. конф., 21-23 трав. 2014 р. : тези доп. – Харків. : НТУ «ХП», 2014.
4. Ермолов И. Н. Теория и практика ультразвукового контроля / И.Н. Ермолов. – Москва: Машиностроение, 1981. – 240 с.
5. Генератор зондирующих импульсов для ЭМА дефектоскопов / Г.М. Сучков, О.Н. Петрищев, И.В. Чередніченко, В.В. Федоров, А.В. Десятніченко, С.В. Хащина, М.С. Маслова. – Дефектоскопия. – 2012. – №9. – С. 42-47.
6. Мощные генераторы импульсов для питания ЭМА преобразователей / Сучков Г.М., Ноздрачева Е.Л., Донченко А.В., Десятніченко А.В. – Вісник НТУ «ХП». – 2006. – № 34. – с. 73-78.
7. Сучков Г.М. Развитие теории и практики создания приборов для электромагнитно-акустического контроля металлоизделий: Дис. д-ра техн. наук: 05.11.13 – Национальный технический ун-т "Харьковский политехнический ин-т". Харьков, 2005.
8. Изюмов Н. М. Основы радиотехники / Н. М. Изюмов, Д. П. Линде. - М.: Радио и связь, 1983.
9. Сучков Г.М. Энергетические аспекты при толщинометрии ЭМА способом / Г.М. Сучков, А.В. Десятніченко // Методи та прилади контролю якості. – 2008. – № 21. – с.63-69
10. Выбор питания преобразователей импульсных ультразвуковых средств контроля / Сучков Г.М., Познякова М.Є., Десятніченко О.В., Ноздрачова К.Л. – Неруйнівний контроль та технічна діагностика: 7-а національна науково-технічна конф. і виставка: 20-23 листопада 2012 р. тези доп. – Київ, 2012, – С.123-128
11. Возможности аналоговой части ЭМА-приборов / Сучков Г.М., Донченко А.В., Ноздрачова К.Л., Десятніченко А.В., Горбачева Е.Н. // Тез. докл. 6-ой Международной выставки и конференции «Неразрушающий контроль и техническая диагностика в промышленности». – 15-17 мая. – Москва, 2007. – с. 89-91.
12. Сучков Г.М. Разработка аналоговой части ЭМА толщиномера для контроля тонких изделий / Г.М. Сучков, А.В. Донченко, А.В. Десятніченко // Вісник НТУ «ХП». – 2007. – № 35. – с. 25-28.

References

1. Suchkov G.M., Petrishev O.M., Desyatnichenko O.V. and Yudanov N.M. (2010) "Electromagnetic-acoustic thickness gage (Review)" *Vestnik NTU "KhPI"*, Kharkiv, Ukraine, vol. 12, pp. 110-121.
2. Suchkov G.M. and Desyatnichenko A.V. (2010) "Analog data input module for electromagnetic-acoustic thickness gage", *Naukovo-praktichna miznarodna konferencija: "Informacijni tehnologii, tehnika, tehnologija, osvita, zdorovja"*, Kharkiv, Ukraine, vol. 17, pp 487.
3. Desyatnichenko A.V., Suchkov G.M., Nozdrachova K.L., Bocharnikov M.R., Rekalov K.O. and Sinelnikova A.A. (2014) "Development of model for research of thickness and flaw detection

- using electromagnetic-acoustic method", *Naukovo-praktichna miznarodna konferencija: "Informacijni tehnologii, tehnika, tehnologija, osvita, zdorovja"*, Khakiv, Ukraine, vol. 22, pp 148.
4. Ermolv I.N. (1981) *Teoriya i praktika ultrazvukovogo kontrolya* [Theory and practice of ultrasonic testing], Moscow, USSR.
 5. Suchkov G.M., Petrishev O.N., Cherednichenko I.V., Fedorov V.V., Desyatnichenko A.V., Chaschina S.V. and Maslova M.S. (2012) "Probing pulses generator for electromagnetic-acoustic flaw detectors", *Defektoskopia*, Moscow, Russia, vol. 9, pp. 42-47
 6. Suchkov G.M., Nozdrachova E.L., Donchenko A.V. and Desyatnichenko A.V. (2006) "Powerful pulse generators for electromagnetic-acoustic converters", *Vestnik NTU "KhPI"*, Khakiv, Ukraine, vol. 34, pp. 73-78.
 7. Suchkov G.M. (2005) *Razvitiye teorii i praktiki sozdaniya priborov dlya electromagnitno-akusticheskogo kontrolya metalloizdeliy* [Development of the theory and practice of creating devices for electromagnetic-acoustic metal products control], Khakiv, Ukraine.
 8. Izumov N.M and Linde D.P. (1983) *Osnovy radiotekhniki* [Fundamentals of radio engineering], Moscow, USSR.
 9. Suchkov G.M. and Desyatnichenko A.V. (2008) Energy aspects of thickness measurement using electromagnetic-acoustic method, *Metody ta prilady jakosti*, Ivano-Frankivsk, Ukraine, vol. 21, pp. 63-69.
 10. Suchkov G.M., Poznyzkoa M.E., Desyatnichenko O.V. and Nozdrachovz K.L. (2012) "Power supply converters for pulsed ultrasound control", *Natsionalna naukovo-technichna konferencija i vystavka*, Kyiv, Ukraine, vol. 7, pp. 123-128
 11. Suchkov G.M., Donchenko A.V., Nozdrachova K.L., Desyatnichenko A.V. and Gorbachova E.N. (2007) "Capabilities of the analog part of electromagnetic-acoustic devices", *Mezhdunarodnaya vystavka i konferentsiya "Nerazrushayushiy kontrol i technicheskayz diagnostika d promishlennosti"*, Moscow, Russia, vol. 6, pp 89-91.
 12. Suchkov G.M., Donchenko A.V. and Desyatnichenko A.V. (2007) "Development of analog modules of the electromagnetic-acoustic thickness gage for controlling thin products", *Vestnik NTU "KhPI"*, Kharkiv, Ukraine, vol. 35, pp. 25-27

Поступила в редакцію:
03.03.2015

Рецензент:
д-р техн. наук, проф. А.А. Зори

Г.М. Сучков, О.В. Десятніченко

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Експериментальне дослідження факторів, що впливають на результати вимірювань, при контролі товщини металовиробів з товстими діелектричними покриттями ЕМА методом. Наведено результати досліджень залежності рівня корисного сигналу від напруги живлення передавальної обмотки електромагнітно-акустичного перетворювача. Показано, що рівень співвідношення сигнал/шум на виході приймального підсилювача пропорційний амплітуді напруги живлення датчика. Досліджено залежність рівня корисного сигналу від кількості імпульсів при пакетному збудженні. Показано, що зважаючи на резонансні властивості датчика, має місце плавне наростання імпульсів при генерації та прийомі. Причому швидкість наростання для прийнятої послідовності набагато нижча, ніж для тієї, що генерується. Проведено експериментальне дослідження залежності амплітуди прийнятого сигналу від зазору. Показано, що при збільшенні зазору, з 0 до 2 мм спостерігається зростання співвідношення сигнал/шум для донних імпульсів. При подальшому збільшенні проміжку спостерігається значне падіння амплітуди донних імпульсів.

Ключові слова: ЕМА перетворювач, металовиріб, діелектричне покриття, генератор, зондування послідовність.

G.M. Suchkov, O.V. Desyatnichenko

National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”

Experimental investigation of influencing factors on results of measurements at metal thickness control with thick dielectric coatings using electromagnetic-acoustic method. The experimental investigation of the received signal amplitude relation to the electromagnetic acoustic transducer supply voltage is given. The article shows, that the signal/noise ratio of the received signal is proportional to the signal amplitude on the sensor transmitting coil. Therefore, to achieve high sensitivity control, it is necessary to increase the level of sensor generating coil supply voltage. The dependence of the received signal level from the number of pulses in packetizing mode is given. In the article it is shown, that there is low amplitude increasing speed during generation according to the electromagnetic-acoustic transducer resonance characteristics. Moreover, the rate of increase for the received sequence is much lower than for generated one. Based on the measured data, the number of pulses required in a large gap must be more than or equal to 5-6 impulses. An experimental dependence investigation of the received signal amplitude from the gap ratio is shown. It is shown that during increasing of the gap from 0 to 2 mm, the signal/noise ratio rises. However, during further gap increasing there is a significant drop in the signal/noise ratio value. This occurs because the increasing of the transmission loss of energy is much higher, than increasing of the amplitude at generating coil. This reduces the received signal amplitude. The results of the experiments showed that the minimum number of pulses required for satisfactory registration of the received data is three. Using smaller number is not rational, because the signal amplitude does not reach high values on gaps that more than 2 mm. The optimal number of pulses is 5-7. This value allows making measurements on a wide range of thicknesses. Using the number of pulses over seven does not significantly increase the amplitude of the received signal, but otherwise, it increases the length of the probe sequence, which can lead to an increase in the dead zone. Therefore, an amount value can be used for products with large thickness, in the case when it is impossible to obtain a sufficient signal/noise ratio with a lower number of pulses.

Keywords: EMA transducer, metal product, dielectric coating, generator, probe sequence.



Сучков Григорий Михайлович, Украина, окончил Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина, доктор техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Приборы и методы неразрушающего контроля», НТУ «ХПИ» (ул. Фрунзе, 21, г. Харьков, 61002, Украина). Основное направление научной деятельности – разработка нетрадиционных методов и средств контроля и измерений; акустический контроль; электромагнитный контроль; магнитный контроль; контроль покрытий; измерение параметров магнитных полей.



Десятниченко Алексей Владимирович, Украина, окончил Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», магистр по направлению компьютерная инженерия, инженер кафедры «Приборы и методы неразрушающего контроля», НТУ «ХПИ» (ул. Фрунзе, 21, г. Харьков, 61002, Украина). Основное направление научной деятельности – разработка измерительных систем, информационные технологии.