

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ДЕФЕКТОСКОПИЯ

№ 9

ОТДЕЛЬНЫЙ ОТТИСК

1989

НПО ВНИИМ
имени Д. И. Менделеева

Поступила в редакцию
26 мая 1988 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Jitschin W., Messer G. Vacuummetrologie. — Vacuum — Technik, 1987, В36, Н. 6/7, S. 210—215.
2. Moss T. A. Conversion tables for pressure and leak rates. — J. Vacuum Sci. a. Techn., 1987, А5, N 5, p. 2962—2965.
3. Кузьмин В. В. Проблемы измерений потоков (расходов) разреженных газов. — Вопросы атомной науки и техники. Сер. Физика и техника высокого вакуума. Харьков, ФТИ АН УССР, 1976, вып. 1(15), с. 3—18.
4. Кузьмин В. В. Измерения динамических характеристик вакуума. — Вопросы атомной науки и техники. Сер. общей и ядерной физики. — Харьков, ФТИ АН УССР, 1981, вып. 1(15), с. 53—56.
5. Кузьмин В. В., Бородицкая С. М., Фролов Е. К. Создание комплекса образцовой исходной аппаратуры для измерений потоков разреженных газов в диапазоне 10^{-8} —1 Па·м³/с. — Метрологическая служба в СССР. — М.: Изд-во стандартов, 1983, № 4, с. 28—30.
6. Кузьмин В. В. Динамические характеристики вакуума и метрологическое обеспечение их измерений. — Вопросы атомной науки и техники. Сер. общей и ядерной физики. Харьков, ФТИ АН УССР, 1988, вып. 3(43), с. 7—10.
7. Берман Л. Г., Муравьева Л. Д. Новый гелиевый масс-спектрометрический теченияатель. — Дефектоскопия 1987, № 5, с. 90—92.

Краткие сообщения

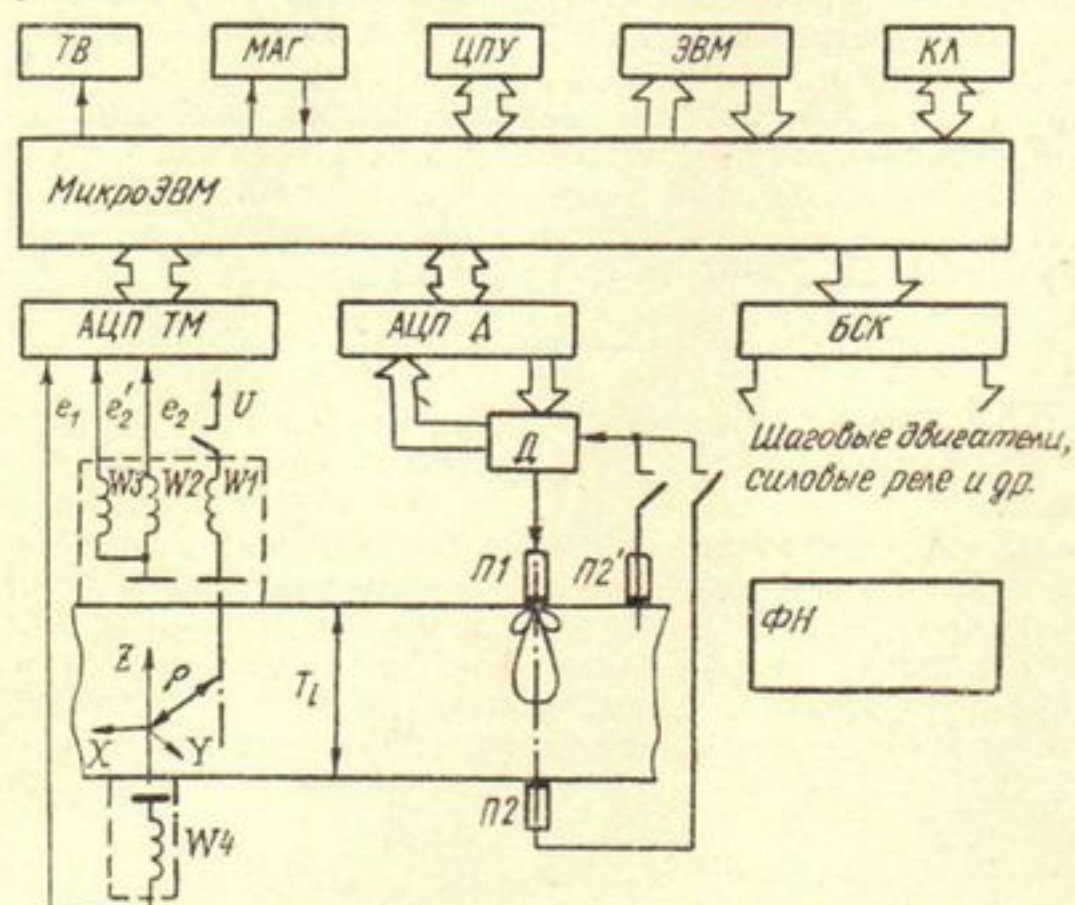
УДК 620.179.16+620.179.14

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ КРУПНОГАБАРИТНЫХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

С. В. Илюшин, В. А. Сясько

Для крупногабаритных изделий из композиционных неметаллических материалов характерными дефектами являются: внутренние полости и расслоения, непостоянство толщины стенки, большой разброс физико-механических характеристик. Существующие методики неразрушающего контроля (НК) этих дефектов требуют двухстороннего доступа.

Построение автоматизированных систем НК (АСНК) крупногабаритных неметаллических изделий в соответствии с традиционными принципами, требующими перемещения изделий на специальную позицию, приводит к неоправданному усложнению и увеличению габаритов механических средств сканирования [1]. Однако возможно раз-



Структурная схема автоматизированной системы многопараметрового неразрушающего контроля крупногабаритных неметаллических изделий:

ТВ — телевизор; МАГ — магнитофон; ЦПУ — цифropечатающее устройство; КЛ — клавиатура; АЦП ТМ и АЦП Д — аналого-цифровые преобразователи толщиномера и дефектоскопа; БСК — блок силовых коммутаторов; Д — дефектоскоп; ФН — форвакуумный насос.

бнение неподвижных изделий на зоны и их последовательный контроль с использованием простейших переносных сканеров, управляемых от микроЭВМ.

В соответствии с этим принципом была разработана АСНК неподвижных крупногабаритных неметаллических изделий, осуществляющая в режиме разделения времени ультразвуковую теньовую дефектоскопию и экранную электромагнитную толщинометрию при двухстороннем доступе к изделию, а также контроль физико-механических характеристик по скорости распространения ультразвуковых колебаний и электромагнитную индукционную толщинометрию стенки в процессе формирования изделия на стальной подложке при одностороннем доступе.

Структурная схема АСНК представлена на рисунке. Управляет работой АСНК микроЭВМ, разработанная на базе микропроцессора КР580ВМ80. В процессе контроля микроЭВМ осуществляет сбор, обработку и упорядочение информации, ее запись на магнитную ленту для последующей обработки результатов НК по всему изделию. Информация отображается на экране бытового черно-белого телевизора и с использованием цифropечатающих устройств (DZM180 или ЭУМ23Д). Преобразование первичной измерительной информации с датчиков толщиномера и дефектоскопа УД2-16 (УД 22УМ) в цифровой код для ввода в микроЭВМ выполняется аналого-цифровыми преобразователями АЦП ТМ и АЦП Д. Коммутация обмоток шаговых двигателей и исполнительных устройств производится блоком силовых коммутаторов (32 канала с оптронной развязкой, ток до 10 А через канал). Предусмотрена возможность связи микроЭВМ с другими ЭВМ для организации банков данных или для включения АСНК в АСУ ТП.

Двухкоординатное перемещение датчиков толщиномера и дефектоскопа по поверхности изделия производится с помощью двух идентичных накладных полукомплектов.

С использованием полукомплектов возможен контроль крупногабаритных оболочек плоской, сферической или винтовой формы в зоне контроля. На каретке задающего полукомплекта (ЗПК) соосно расположены воздушный трансформатор толщиномера (первичная обмотка — источник поля W_1 и вторичные обмотки W_2 и W_3), излучатель П1 дефектоскопа и фетровый дефектоотметчик. На каретке следящего полукомплекта (СПК) соосно расположены индукционный преобразователь W_4 толщиномера и приемник П2 дефектоскопа. Прижим каретки, закрепленной в карданном подвесе, к поверхности изделия осуществляется пневмоцилиндром (ход штока, в зависимости от исполнения, до 150 мм).

При контроле, требующем двухстороннего доступа к изделию, полукомплекты крепятся с противоположных сторон стенки изделия (на предварительно размеченную зону) с помощью вакуумных присосок, подключенных к форвакуумному насосу. Контроль изделия производится построчным сканированием с прижимом П1 и П2 в заданных точках после совмещения их осей.

Программно-аппаратная реализация АСНК позволила разработать алгоритм ориентирования, основанный на том, что соосному положению обмоток W_1 и W_4 соответствует минимум показаний экранного толщиномера, равный T_i в точке контроля [2]. Для исключения потерь времени определение величины несоосности и совмещение осей производится при перемещении кареток между точками контроля.

У толщиномеров, входящих в состав АСНК, в качестве первичного информативного параметра выбрана величина вольтсекундной площади

$$S_j(T_i) = -\frac{1}{\tau_{и}} \int_0^{\tau} e_j(t, T_i) dt,$$

где $e_j(t, T_i)$ — эдс на измерительных обмотках при питании W_1 от источника постоянного напряжения через периодически коммутируемый ключ; $\tau_{и}$ — постоянная времени интегратора; τ — время интегрирования, кратное периоду питающей сети. Это позволило исключить влияние электропроводящих элементов конструкции на точность определения T_i . Алгоритм работы экранного толщиномера подробно описан в [3].

Измерительным преобразователем индукционного толщиномера является источник электромагнитного поля W_1 и две различающиеся по геометрическим характеристикам обмотки W_2 и W_3 . При измерении T_i с помощью линейного АЦП ТМ на базе двухтактного интегратора выполняется четыре цикла преобразования эдс измерительных обмоток e_2 и e'_2 в коды N_2 и N'_2

$$e_2(t, T_1) \rightarrow N_2; e'_2(t, T_1) \rightarrow N'_2; e_2(t, T_2) = e_{20}(t) \rightarrow N_{20};$$

$$e'_2(t, T_2) = e'_{20}(t) \rightarrow N'_{20},$$

где e_2 и e'_2 — эдс на измерительных обмотках на изделии ($T_i = T_1$) и вдали от него ($T_2 \gg T_{\max}$ — максимального значения T_i), после чего с помощью микроЭВМ вычисляется отношение

$$n(T_1) = (N_2 - N_{20}) / (N'_2 - N'_{20}).$$

Выполнение преобразования $T_i \rightarrow n(T_i)$ позволяет уменьшить влияние магнитной проницаемости μ и толщины T_0 ферромагнитного основания в 4—7 раз по сравнению с одноцикловым преобразованием $T_i \rightarrow N_2$. Влияние сетевых и импульсных наводок, температуры, электропроводности основания, параметров и режимов аналоговой части уменьшено в 50—200 раз.

Определение N_{20} и N'_{20} в режиме усреднения производится при переводе траверсы со строки на строку, когда каретка поднята над изделием ($T_i = T_2$). В точке контроля по N_2 и N'_2 , а также найденным ранее N_{20} и N'_{20} , вычисляется $n(T_i)$, после чего по градуировочной характеристике вычисляется T_i . Градуировочная характеристика снимается с помощью образцовых мер толщины на подложке из материала формы и заносится в память микроЭВМ, что позволяет с использованием нескольких предварительно снятых характеристик перекрыть широкий диапазон изменения μ и T_0 основания. Разработанный алгоритм измерения позволил исключить прогрев аппаратуры и органы регулировки.

Для контроля физико-механических характеристик по скоростям ультразвука в трех направлениях рамка устанавливается на изделие под углом 45° к взаимно перпендикулярным направлениям измерения скорости и под углом 90° к третьему направлению. На рамку устанавливаются две траверсы, на одной из которых излучатель П1; на другой приемник П2'. Излучатель в процессе контроля неподвижен, приемник последовательно обходит шесть точек измерения для расчета скорости в трех направлениях двухбазовым методом. МикроЭВМ выполняет расчет скоростей, плотности и модулей упругости.

Для обеспечения мобильной транспортировки АСНК от изделия к изделию аппаратная часть выполнена в трех блоках размерами $550 \times 320 \times 320$ мм. Вес каждого из блоков не превышает 16 кг. Форвакуумный насос с ресивером смонтирован на тележке. Время сборки АСНК и подготовки к работе не превышает 30 мин.

Основные технические характеристики АСНК

Максимальные размеры зоны контроля, мм	1000×1000
Радиус изделия в зоне контроля, мм	≥ 1250
Масса рамки, кг	7
Масса траверсы, кг	8
Остаточная несоосность при ориентировании, мм	≤ 2
Диапазон измеряемых толщин, мм:	
при двухстороннем доступе	0,1—150
при одностороннем доступе	0,1—30
Основная погрешность измерения толщины, мм	$\leq 0,1$
Погрешность измерения модулей упругости, %	≤ 2
Усилия прижима преобразователей дефектоскопа, Н	1—50
Потребляемая мощность, В·А	700
Время контроля 1 м ² при дискретности 50 мм, мин	10

Контроль крупногабаритных изделий с помощью описанной выше системы показал, что за смену достигается производительность до 40 м² (дискретность 100 мм) с учетом времени перестановок при двухстороннем доступе (экранная электромагнитная толщинометрия и ультразвуковая теневая дефектоскопия) при высокой достоверности контроля. На изделии с помощью дефектоотметчика фиксируются места дефектов.

Поступило в редакцию
30 марта 1988 г.;
в окончательном варианте —
21 октября 1988 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ultrasonic Squarter Scanning. — Materials Evaluation, 1985, N 2, p. 464—465.
2. Брандорф В. Г., Сясько В. А. Электромагнитный толщиномер. Авт. свид. № 1268943. — Бюл. изобр., 1986, № 41, с. 162.
3. Брандорф В. Г., Сясько В. А. Интегрирующий электромагнитный толщиномер в составе автоматизированной системы контроля. — Дефектоскопия, 1988, № 3, с. 36—42.

УДК 620.179.13

ИСТОЧНИК ИМПУЛЬСНОГО НАГРЕВА ДЛЯ АКТИВНОГО ТЕПЛОВОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

А. А. Русак, З. М. Юдовин, А. И. Максимов

Одним из перспективных направлений в активном тепловом неразрушающем контроле (АНК) является создание автоматизированных систем и комплексов, позволяющих не только регистрировать наличие дефекта, но и определять его геометрические и физические характеристики на основе решения обратных задач нестационарной теплопроводности, то есть с использованием принципов вычислительной томографии [1—4]. Одним из элементов таких автоматизированных систем являются импульсные источники нагрева. Для более эффективного использования принципов вычислительной томографии в АНК металлических изделий необходимы импульсные источники, обеспечивающие равномерный нагрев поверхностей площадью более 100 см² за короткое время (порядка единиц секунд) с энергетической облученностью свыше 10^5 Вт/м².

В последнее время в источниках нагрева такого рода применяются кварцевые галогенные лампы накаливания (ГЛН). Выбор ГЛН обусловлен большим сроком службы, а также их высокой удельной мощностью излучения и небольшой тепловой инерцией. Равномерность нагрева исследуемых объектов от таких источников достигается чаще всего путем увеличения расстояния (более 100 мм) между источниками излучения и образцом [5], что резко уменьшает энергетическую облученность поверхности.

В данной работе описан мощный источник импульсного нагрева, который позволяет получать равномерное тепловое поле на поверхности плоской детали, находящейся на расстоянии в несколько десятков миллиметров от источника нагрева. Равномерное температурное распределение на поверхности объекта обеспечивалось за счет применения определенной системы плоских отражателей.