

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Григорова Михаила Сергеевича на тему: «Математическое и программно-техническое обеспечение неразрушающего контроля электронных модулей», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 – Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий

В настоящее время современное производство электронных модулей (ЭМ) предъявляет высокие требования к контролю качества выпускаемой продукции. При этом оценка качества модулей может быть произведена только с использованием неразрушающего рентгеновского контроля (НРК) в связи с тем, что для некоторых модулей применение "традиционных" (оптических, вихретоковых и др.) методов диагностики и локализации дефектов малоэффективно или невозможно в силу различных причин.

Современные ЭМ характеризуются сложной, многослойной, а, следовательно, неоднородной (с точки зрения ослабления рентгеновского излучения) структурой. Большое количество гетерогенных функциональных элементов в составе модуля обуславливает необходимость проведения нескольких рентгеновских экспозиций, обеспечивающих для каждого типа элемента формирование изображения требуемого качества. Увеличение числа формируемых рентгеновских изображений требует обработки и анализа каждого из них, что приводит к возрастанию количества итераций и, соответственно, времени реализации задач контроля, в частности, по расшифровке дефектов ЭМ. На сегодняшний день этому вопросу уделяется много внимания. Рядом научных школ выполнен значительный объем научных и экспериментальных исследований в этой области. Но, несмотря на это, все-таки не определена возможность получения рентгеновских изображений всех функциональных элементов в составе ЭМ с качеством, обеспечивающим расшифровку дефектов модуля.

Таким образом объективно существует противоречие между необходимостью получения изображения всех функциональных элементов ЭМ с требуемым качеством и снижением затрат времени на проведение НРК.

Сказанное говорит о несомненной актуальности темы диссертационной работы Григорова М. С., направленной на разработку математического и программно-технического обеспечения формирования, обработки и анализа рентгеновских изображений, обеспечивающего повышение оперативности НРК ЭМ.

Целью диссертационной работы автор выбрал повышение оперативности НРК при обеспечении заданной точности определения дефектов ЭМ.

Для достижения указанной цели в диссертации решались следующие задачи: проведение проблемно-классификационного анализа систем НРК ЭМ; разработка структурно-функциональной модели системы НРК ЭМ; разработка метода формирования рентгеновского мультиизображения ЭМ на основе набора его рентгеновских изображений; разработка методики мультиэнергетической рентгенографии, обеспечивающей формирование набора рентгеновских изображений ЭМ; разработка программно-технического комплекса НРК ЭМ;

экспериментальная проверка разработанного математического и программно-технического обеспечения НРК ЭМ с оценкой его эффективности.

Полученные в диссертации результаты в целом образуют целостную, взаимоувязанную систему методов модели и методики, обеспечивающих корректное решение поставленной автором научной задачи.

Обоснованность и достоверность научных результатов подтверждается использованием хорошо апробированного математического аппарата теории информации, теории множеств; обоснованным выбором исходных данных при проведении исследований; применением средств вычислительной техники для проверки разработанных результатов, а также апробацией основных теоретических положений диссертации в печатных трудах и докладах на международных научных конференциях.

Научная новизна первого результата заключается в обоснованном выборе режимов работы источника рентгеновского излучения для получения набора рентгеновских изображений с целью формирования единого мультиизображения электронных модулей, области которого соответствуют требованиям к качеству изображения функциональных элементов в составе электронных модулей, и обеспечивающая возможность автоматизации таких систем.

Второй результат представлен разработанным автором методом, базирующимся на разделении и слиянии областей набора его рентгеновского изображения и отличающимся использованием одного квадродерева для различных изображений.

Научная новизна третьего результата заключается в разработке автором методики мультиэнергетической рентгенографии отличающейся от существующих процедурами получения зависимости интенсивности рентгеновского излучения от параметров его источника и формирования команд данному источнику при обеспечении минимального числа рентгеновских изображений.

В качестве четвертого результата представлен программно-технический комплекс НРК ЭМ, обеспечивающий автоматизированный выбор режимов работы источника рентгеновского излучения для получения набора изображений, формирование его единого мультиизображения из сегментов набора на основе оценивания их качества и анализ полученных изображений на наличие дефектов ЭМ.

Судя по автореферату значимость результатов работы для науки состоит в дальнейшем развитии, методов цифровой обработки изображений, статистического и корреляционного анализа, сегментации изображений, экспертных оценок, направленных на повышение эффективности работы систем неразрушающего рентгеновского контроля. Наряду с теоретической значимостью работа имеет и практическую ценность, которая заключается в том, что разработанные метод формирования рентгеновского мультиизображения и методика мультиэнергетической рентгенографии доведены до конкретных рекомендаций и рабочих программ и могут быть использованы в научно-исследовательских учреждениях и организациях промышленности при разработке

Ларкин Евгений Васильевич
доктор технических наук, профессор,
зав. кафедрой «Робототехника и автоматизация производства»
Тульский Государственный университет
300012, Тула, Российская Федерация, Ленина пр., д. 92
<http://tsu.tula.ru/>
Телефон: +7 (4872) 35-34-44
e-mail: info@tsu.tula.ru