

АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ КОНЪЮНКТИВНОГО И ДИЗЪЮНКТИВНОГО СИНТЕЗА ДЛЯ АНАЛИЗА ГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ОДНИМ ИЛИ НЕСКОЛЬКИМИ МЕТОДАМИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

© 2024 г. Шпильной Виктор Юрьевич^{1*}, Д. А. Дерусова^{1**}, К. Р. Беликов^{1***}

¹ – НИ ТПУ, 634050 Томск, ул. Ленина, 30

* - baltamos@tpu.ru, vshpilnoy@list.ru; ** - red@tpu.ru, *** - rkb3@tpu.ru

Повышение требований, предъявляемых к качеству и безопасной эксплуатации изделий, вызванных их широким применением во многих областях сказывается на требованиях, предъявляемых к эффективности методов неразрушающего контроля (НК) [1,2]. Каждый из методов НК имеет ограничения, связанные с лежащими в основе метода физическими принципами. В качестве одного из способов нивелирования указанных ограничений может быть использован синтез результатов различных методов контроля, который позволяет компенсировать недостатки и выделить достоинства, с целью повышения качества НК, а также достоверности исследований. Развитие методов синтеза данных позволяет не только дополнять информацию при дефектовке материалов, но и интерпретировать данные, что повышает практическую значимость результатов контроля.

Ранее [3] нами было разработано программное обеспечение (ПО) DeFinder, позволяющее проводить анализ графических изображений, полученных в результате проведения одного или нескольких методов НК. В ПО производятся следующие операции: кадрирование изображения, выделение дефектных зон, применение операции дизъюнкции или конъюнкции, а также расчет площади дефектных зон на любом этапе исследования. Указанные процедуры позволяют проводить анализ данных, однако не включают алгоритмов синтеза изображений. В связи с этим, в рамках настоящей работы проведено усовершенствование ПО путем добавления функции импликации данных. Данная операция позволяет использовать результаты с разной степенью значимости в качестве основных и дополняющих. В рамках импликации программа генерирует итоговое изображение из двух исходных, выделяя отдельные зоны: дефектную область (оба метода показывают дефект), возможную дефектную область (дефект есть только в результатах основного метода) и бездефектную область (оба метода показали отсутствие дефекта). Указанные алгоритмы позволяют проводить синтез графических изображений, полученных в результате проведения одного или нескольких методов НК.

Апробация усовершенствованного ПО была проведена на примере анализа данных, полученных методами лазерной виброметрии и теплового контроля в ходе исследования ударного повреждения (энергия 20 Дж) в углепластиковом композите (размер

100×75×1,5 мм³). Пример результатов контроля углепластикового композита двумя рассматриваемыми методами, а также их синтеза данных, приведены на рис. 1.

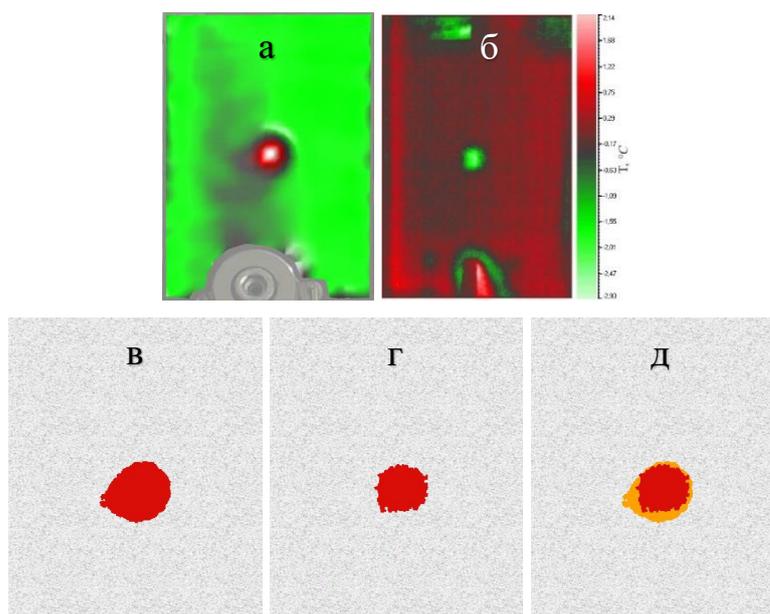


Рис. 1. Экспериментальные результаты лазерной виброметрии (а), теплового контроля (б), а также синтеза данных: дизъюнкции (в), конъюнкции (е) и импликации (д).

Анализ результатов синтеза данных (рис. 1) позволяет определить форму и область залегания дефекта, а также рассчитать их площадь. Показано, что синтез данных в рамках одного метода контроля позволяет уточнить размер и расположение дефекта, в то время как синтез данных нескольких различных методов НК позволяет повысить достоверность дефектометрии и сделать выводы о критичности повреждений. Помимо этого, частичная автоматизация поиска дефектных областей снижает вероятность возникновения ошибок диагностики дефектных и бездефектных зон, а также повышает точность измерений.

Работа выполнена в рамках гранта РФФ № 23-79-01199.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вавилов В.П. Тепловой неразрушающий контроль материалов и изделий (обзор) // Дефектоскопия. 2017. № 10. С. 34—57.
2. Balageas D, Maldague X. Thermal (IR) and Other NDT Techniques for Improved Material Inspection // J. of Nond. Evaluation. V. 35, No 1. 2016. P. 1—17.
3. Шпильной В.Ю. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020612786 от 03.03.2020. Выявление дефектов и расчет их площади по предоставленному изображению в заданном диапазоне оттенков.