

ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ РАССЛОЕНИЙ В СОТОВЫХ КОНСТРУКЦИЯХ НА ТЕМПЕРАТУРНОЕ ПОЛЕ ПРИ АКТИВНОЙ ТЕРМОГРАФИИ

© 2024 г. Юрий Андреевич Захаров^{1,2*}

¹ – ФГБОУ ВО «ТГТУ», 392000 Тамбов, ул. Советская, д. 106/5

² – ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г. Р. Державина»,
392000 Тамбов, ул. Интернациональная, д. 33

* - sci.zah@ya.ru

Целью работы является создание методов неразрушающего термографического контроля полимерных композиционных материалов, основанного на математическом и алгоритмическом аппарате, позволяющим достичь частичной автоматизации идентификации подповерхностных дефектов.

В последние годы наблюдается возрастание применения полимерных композиционных материалов в различных областях техники [1]. Это обусловлено рядом достоинств таких материалов: достаточно большими показателями прочности, жёсткости и теплоизоляционных свойств при малой массе. В современных самолётах доля полимерных композитов достигла 50 % массы и продолжает расти [2]. Однако применение таких материалов осложнено возможностью появления в них дефектов, которые могут приводить как к снижению эксплуатационных характеристик изделий из них, так и вовсе приводить к разрушению материала и аварийным ситуациям [3].

Для идентификации дефектов в таких материалах, например, расслоений, применяются различные методы неразрушающего контроля, одним из которых является активная термография [4]. Термографический контроль имеет ряд достоинств: производительность, наглядность, чувствительность к небольшим расслоениям и прочие [5].

Ранее предложено два способа обнаружения дефектов типа «расслоение»: первый основан на свёртке двухмерной термограммы поверхности материала путём вычисления среднеквадратичного отклонения температуры в скользящем окне, сравнимом по размерам с размером соты, второй основан на вычислении средней температуры в скользящем окне размером с соту. Для обоих способов дана оценка надёжности обнаружения дефекта.

В настоящей работе исследована зависимость видимости дефекта при применении описанных методов от толщины воздушного зазора при отслоении сотового заполнителя. Экспериментальные исследования проводились на модельном образце сотовой конструкции. Применена разработанная экспериментальная установка с линейным источником нагрева образца излучением и тепловизором. Обработка записи тепловизора

проводилась при помощи программного обеспечения собственной разработки. Видимость дефектов оценивалось по критерию Байеса.

В результате показано, что доля ошибочно определяемой области отрицательно коррелирует с толщиной воздушного зазора в дефекте. Для выбранных параметров критерий, основанный на определении дефектов по избыточной температуре, оказался более надёжным. Экспериментальные данные (минимальная доля ошибки при определении дефекта) показаны на рис. 1.

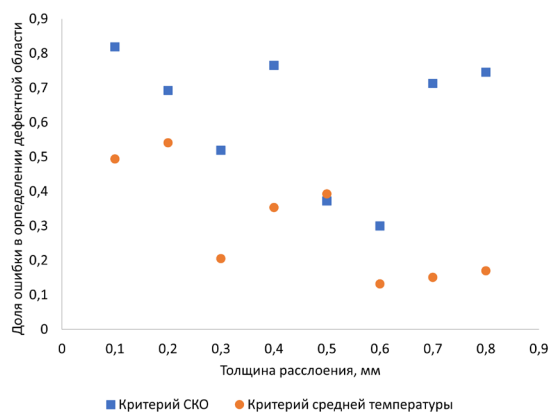


Рис. 1. Доля ошибки в определении дефектной области при применении двух способов обнаружения дефектов.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 20-19-00602 (<https://rscf.ru/project/23-19-45049/>) с использованием оборудования ЦКП ФГБОУ ВО «ТГУ имени Г. Р. Державина».

ЛИТЕРАТУРА

1. Корнейчук А.И., Волков В.С., Шуль Г.С., Денисова Е.В., Кулагина И.В., Чугунов С.А. Стеклопластиковые сотовые наполнители: достижения и пути развития // Материалы V Всероссийской научно-технической конференции «Полимерные композиционные материалы и производственные технологии нового поколения», Москва, 19 ноября, 2021. М.: НИЦ «Курчатовский институт» - ВИАМ, 2021. С. 21—29.
2. Кабалов Е.Н. Из чего сделать будущее? Материалы нового поколения, технологии их создания и переработки - основа инновации // Крылья родины. 2016. № 5.
3. Славин А.В., Косарина Е.И., Генералов А.С., Диков И.А. Перспективы развития современных методов неразрушающего контроля и технической диагностики во ФГУП «ВИАМ» // Материалы X Всероссийской конференции «ТестМат. Основные тенденции, направления и перспективы развития методов неразрушающего контроля в аэрокосмической отрасли», Москва, 9 февраля, 2018. М.: ВИАМ, 2018. С. 260—287.
4. Gebrehiwet L., Chimido, A., Melaku W., Tesfaye E. A Review of Common Aerospace Composite Defects Detection Methodologies // International Journal of Research Publication and Reviews. 2023. V. 4, No. 8. P. 1829—1846.
5. Usamentiaga R., Venegas, P., Guerediaga, J., Vega, L., Molleda, J., Bulnes, F.G. Infrared thermography for temperature measurement and non-destructive testing // Sensors (Switzerland). 2014. V. 14. No. 7.