

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВОЙ ШИРОГРАФИИ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ УДАРНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

П.Е. РАСПОПИН¹, М.В. БУРКОВ^{1,2}

¹Томский политехнический университет

²Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

E-mail: per2@tpu.ru

В настоящее время композиционные материалы (КМ) на основе полимерных и металлических матриц нашли широкое применение во многих областях промышленности. Данные материалы используются в качестве конструкционных материалов. При использовании КМ в ответственных деталях, агрегатах и изделиях, например в узлах самолета, на композиты накладываются жесткие требования по прочности, усталости, выносливости, ресурсу и ремонтпригодности. Для удовлетворения необходимых условий, необходимо применять современные методы неразрушающего контроля (НК). Одним из таких является оптический метод контроля, а именно сдвиговая спекл – интерферометрия или цифровая широгрфия [1].

Цель работы: Исследование особенностей функционирования системы неразрушающего контроля, работающего по принципу цифровой широгрфии, для дефектоскопии слоистых углепластиковых конструкций.

В ходе исследования на контролируемую панель с помощью ударника наносились 5 ударных повреждений с различными энергиями. С помощью прибора цифровой широгрфии и инфракрасного нагржжения или охлаждения выполняли поиск полученных дефектов.

Материал, на котором проводились эксперименты – углепластиковая сотовая панель. Данный материал является частью руля направления самолета Sukhoi Superjet 100. Углепластиковая сотовая панель состоит из: обшивок (препрег КМКУ 2м 120) и стеклонаполнителя (полимерсотопласт ПСП 1 2,5). Панель сделана методом автоклавного формования под давлением.

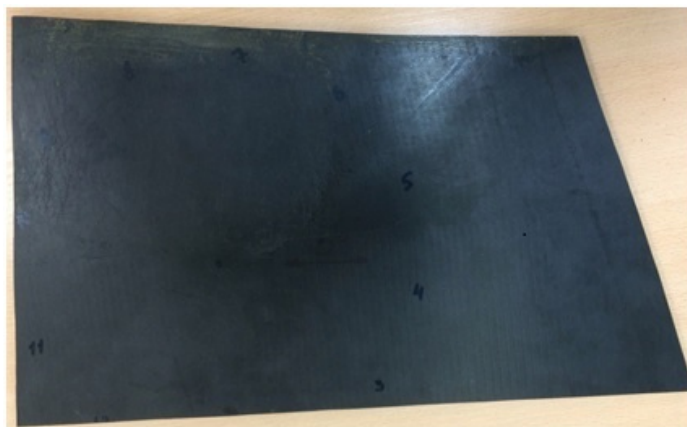


Рисунок 1 – Углепластиковая сотовая панель

Ударные повреждения наносились с относительной энергией 2,5 Дж/мм толщины материала для получения слабозаметных ударных повреждений (BVID) [2]

С учетом толщины обшивки (1,2 мм) для исследуемого объекта рассчитана энергия 3 Дж. Для оценки чувствительности цифровой широгрфии были выбраны следующие энергии ударного нагржжения: 1 Дж, 2 Дж, 3 Дж, 4 Дж, 5 Дж.

Устройство для цифровой широгрфии собрано на основе цифровой ПЗС камеры Basler piA2400-17gc.



Рисунок 2 – Прибор для цифровой ширографии

В ходе эксперимента были получены широграммы представленные на рисунке 1.

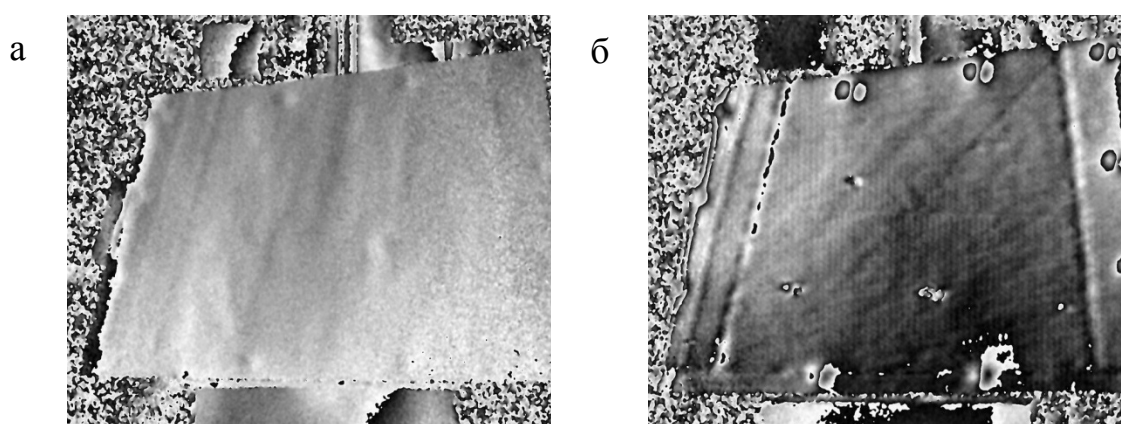


Рисунок 3 – Широграммы углепластиковой сотовой панели: а) бездефектное состояние; б) с дефектами

Результаты экспериментов по обнаружению ударных повреждений показали, что:

- Первый дефект с номинальной энергией равной 1 Дж – визуально не заметен, также дефект не был обнаружен ширографом;
- Второй дефект с номинальной энергией равной 2 Дж – визуально не заметен, но был обнаружен с помощью ширографа;
- Третий дефект с номинальной энергией равной 3 Дж – визуально слабо заметен, однако хорошо виден ширографом;
- Четвертый и пятый дефекты с номинальной энергией равной 4 и 5 Дж – хорошо различимы, как визуально, так и с помощью ширографа;

Можно заключить, что данная методика позволяет эффективно обнаруживать BVID (Barely visible impact damage) и может найти широкое применение в отраслях использующих КМ на основе высокопрочных волокон и требующих надежного и быстрого контроля.

Список литературы

1. Фирсов А.М / Основы неразрушающего контроля материалов и деталей машин. Учебное пособие. СПб: Изд. Центр СПбГМТУ. 2009, 51 с
2. Mikhail Burkov, Lyubutin Pavel, Vyakov Anton and Panin Sergey. Detecting Barely Visible Impact Damages of Honeycomb and Laminate CFRP Using Digital Shearography // AIP Conference Proceedings 1909, (2017), 020022. 10.1063/1.5013703.