

68. Методы шерографии для контроля внутренних дефектов изделий аддитивных технологий

Г. Г. Левин, Г. Н. Вишняков, В. Л. Минаев, А. Д. Иванов

ФГУП «Всероссийский Научно-Исследовательский Институт Оптико-Физических измерений»,
Москва, Россия

Рассмотрено практическое использование метода шерографии применительно к объектам сложной формы, изготовленным посредством аддитивного производства. Приведены результаты экспериментальных исследований по обнаружению подповерхностных дефектов. Оценены метрологические характеристики шерографа.

Ключевые слова: Оптика спеклов, Шерография, Напряженные состояния.

Цитирование: Левин, Г. Г. Методы шерографии для контроля внутренних дефектов изделий аддитивных технологий / Г. Г. Левин, Г. Н. Вишняков, В. Л. Минаев, А. Д. Иванов // HOLOEXPO 2019 : XVI международная конференция по голографии и прикладным оптическим технологиям : Тезисы докладов. — М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019. — С. 377–379.

Введение

Шерография является современным бесконтактным методом неразрушающего контроля изделий. Самое распространенное применение данного метода — качественное определение дефектов в материале. В 2017 году в России начал действовать ГОСТ Р 56795-2015 «Композиты полимерные. Шерография полимерных композитов, материалов внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций и изготовленных намоткой сосудов, работающих под давлением». Стандарт устанавливает процедуру неразрушающего контроля методом шерографии однослойных и многослойных микроформных или волокнистых полимерных композитов, сотовых или пенных материалов внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций. Подход, описываемый в данной работе, соответствует указанной стандартизированной методике. Во ФГУП «ВНИИОФИ» был разработан прототип шерографа для определения поля деформации изделий и поиска подповерхностных дефектов. На рисунке 1 приведен внешний вид устройства и его оптическая схема.

Шерография является интерференционным методом контроля, который применим к исследованию деформаций шероховатых поверхностей. Как правило, поверхность изделий, выполненных посредством аддитивного производства, обладает большой шероховатостью. Для повышения эксплуатационных характеристик и уменьшения массы нередко внутри изделия используют ячеистую структуру сложной формы (наполнитель). Также, зачастую оболочка детали (обшивка) может быть напечатана с режимом печати, отличающимся от основного, или выполнена из другого материала. Таким образом, детали могут иметь достаточно специфические дефекты, характерные для послойной печати. Для экспериментов по определению дефектов использовался шерограф, представленный на рисунке 1, и плоская пластина разме-

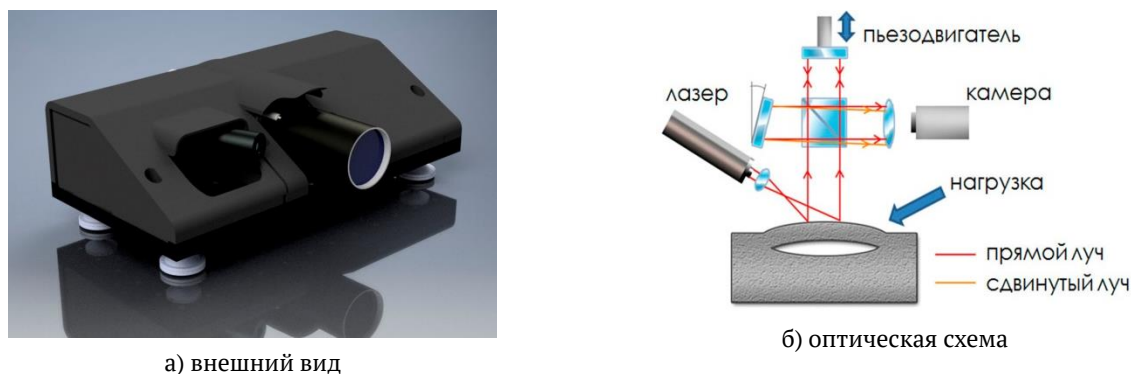


Рис. 1. Шерограф

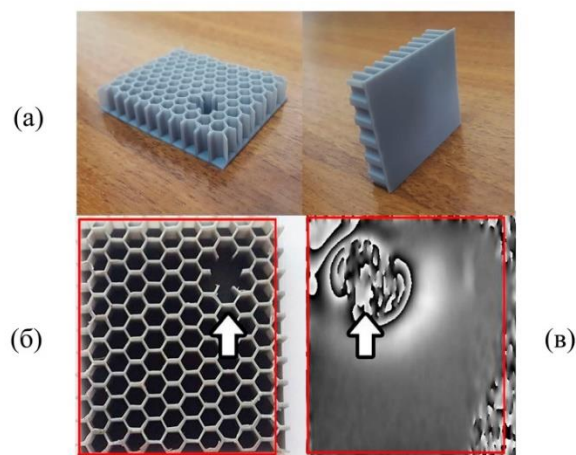


Рис. 2. Обнаружение дефекта при деформации изделия аддитивных технологий.

рами 55×45 мм, с одной стороны которой имелась ячеистая структура, изготовленная методом аддитивных технологий на 3D принтере FormLabs (рисунок 2а). В ячеистой структуре, при печати, был специально пропущен участок звеньев ячеек размерами 7×7 мм. Данный участок имитировал дефект отслоения поверхности от ячеистой подложки. Для получения деформированного состояния использовался нагрев пластины с помощью горячего воздуха. Качественное обнаружение данного дефекта с плоской стороны пластины показано на рисунке 2в.

Для определения чувствительности шерографа было использовано нагрузочное устройство, представленное на рисунке 3а.

В процессе калибровки шерографа мембрана нагрузочного устройства подвергалась деформации механическим методом — происходило последовательное нагружение. На рисунке 3(б) приведена характерная картина несшитой фазы производной от деформации мембраны. Таким образом, можно видеть, что шерограф способен регистрировать малые перемещения. Также было установлено, что порог чувствительности шерографа, полученный с помощью данной калибровочной мембраны составляет $0,15$ мкм.

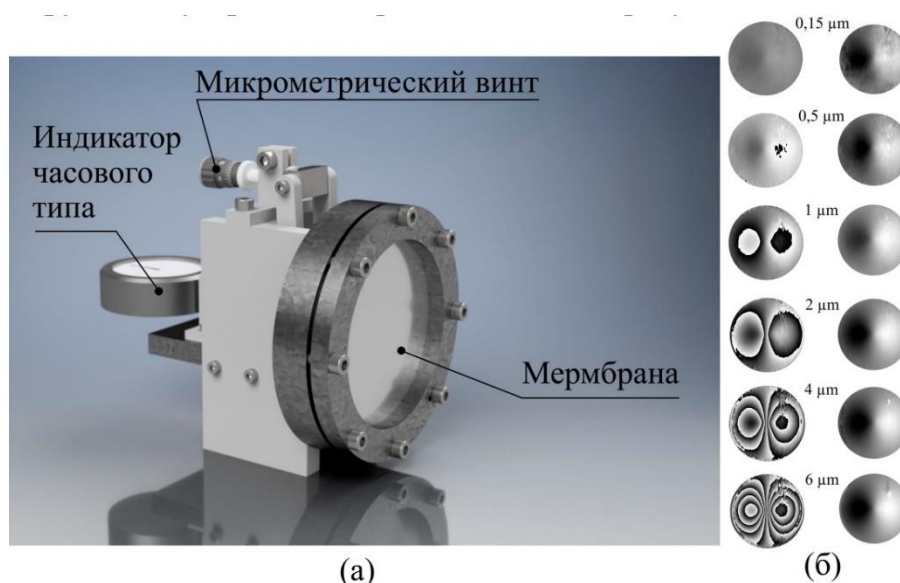


Рис. 3. Нагрузочное устройство (а), шерограммы (б), демонстрирующие несшитую (слева) и сшитую фазу (справа) деформированной мембраны

Выводы

Метод шерографии может быть интегрирован в процесс аддитивного производства и использован для бесконтактного контроля качества изделий, которые имеют шероховатую поверхность. Использование специально разработанного нагрузочного устройства позволяет произвести градуировку оптической схемы прибора, а также оценить его чувствительность.

Благодарность

Работа была выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках выполнения соглашения № 14.625.21.0041 от 26.09.17 (уникальный идентификатор RFMEFI62517X0041).