

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА МНОГОСЛОЙНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ

© 2024 г. Алексей Максимович Шмаков<sup>1\*</sup>, А. В. Федоров<sup>1\*\*</sup>

<sup>1</sup> – Университет ИТМО, 197101 Санкт-Петербург, Кронверкский проспект, д. 49

\* - [alyosha-shmakov@yandex.ru](mailto:alyosha-shmakov@yandex.ru); \*\* - [afedor62@yandex.ru](mailto:afedor62@yandex.ru)

Целью настоящей работы является обоснование возможности применения ультразвукового эхо-метода для контроля качества полимерных композиционных покрытий (ПКП). Задачами настоящей работы является апробация двух методов ультразвукового контроля – с пьезоэлектрической и оптико-акустической генерацией упругих колебаний, на экспериментальных образцах полимерных композиционных покрытий.

Авторами настоящей работы предложено использовать ультразвуковой эхо-метод для контроля качества ПКП. При контроле эхо-методом один и тот же преобразователь является генератором и приемником ультразвуковых колебаний [1]. В работе проводилась оценка применимости ультразвуковых методов для контроля качества ПКП [2-4], в частности:

- обнаружение расслоений в ПКП;
- обнаружение расслоений между ПКП и подложкой;
- контроля толщины ПКП.

Апробация выбранных методов контроля проводилась на экспериментальных образцах размером 100 × 100 мм, а именно: свободная пленка многослойного ПКП, многослойное ПКП на металлической подложке, многослойное ПКП на подложке из полимерного композиционного материала, бездефектные и с искусственными дефектами. Моделирование дефектов производилось с помощью нанесения слоя ПКП без отвердителя.

На образце свободной пленки ПКП была измерена скорость распространения ультразвуковых колебаний в материале ПКП, которая составила 970 м/с. По времени прихода эхо-сигнала от границы раздела между ПКП и подложкой и между слоями ПКП (где возможно) с использованием полученного значения скорости распространения ультразвуковых колебаний в материале ПКП измерены толщины ПКП экспериментальных образцов [5]. Из результатов измерений толщин ПКП экспериментальных образцов установлено, что толщина покрытий, измеренная с помощью оптико-акустического преобразователя, имеет меньшее отклонение от фактического значения величины, чем толщина покрытий, измеренная с помощью пьезоэлектрического преобразователя. Поэтому для задач толщинометрии эффективнее использовать ультразвуковой метод с оптико-акустической генерацией акустических колебаний.

При проведении экспериментальных исследований установлено, что выбранные методы обеспечивают выявление нарушения однородности структуры между слоями ПКП, ПКП и подложкой. При этом информативными параметрами служат время прихода и амплитуда эхо-сигналов от границы раздела между ПКП и подложкой, донного сигнала от металлической подложки, сигнала от расслоения в ПКП. По времени прихода эхо-сигнала от границы раздела между ПКП и подложкой можно оценивать общую толщину ПКП. Высокая разрешающая способность ультразвукового метода с оптико-акустической генерацией акустических колебаний позволяет также оценивать толщину отдельных слоев ПКП.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Манин В.А.* Совершенствование радиоволновых способов обнаружения дефектов в радиопоглощающих покрытиях на основе математического моделирования // Известия вузов. Поволжский регион. Технические науки. 2016. № 4 (40).
2. *Воронин И.В., Горбатов С.А., Науменко В.Ю., Петрунин В.Ф.* Многослойные радиопоглощающие нанокomпозиционные материалы и покрытия // Физика и химия обработки материалов. 2007. № 4. С. 5–10.
3. *Мурашов В.В.* Дефекты монолитных деталей и многослойных конструкций из полимерных композиционных материалов и методы их выявления. // Контроль. Диагностика. 2007. № 4. С. 23–32.
4. *Мурашов В.В.* Неразрушающий контроль клеевых соединений // Клеи. Герметики. Технологии. 2008. № 7. С. 21–28.
5. *Бойцов Б.В., Васильев С.Л., Громашев А.Г., Юрсенсон С.А.* Методы неразрушающего контроля, применяемые для конструкций из ПКМ // Труды МАИ. 2011. Вып. 49.