ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Химия нефти и газа»**

Томск

Издательский Дом ТГУ

2018

DOI: 10.17223/9785946217408/315

**ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ
КОНСТРУКТИВНО-ПОДОБНОГО ЭЛЕМЕНТА ФЛАНЦЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ
ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕТОДИКИ ДОСТОВЕРНОГО ВЫЯВЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ
РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДОМ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ**

Аношкин А.Н., Осокин В.М., Пеленев К.А., Третьяков А.А.

*Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь Россия
osokin-kt@pstu.ru, kpelenev@yandex.ru, tretyakov-kt@pstu.ru*

В настоящее время развитие машиностроительной отрасли во многом связаны с разработкой и внедрением полимерных композиционных материалов (ПКМ). Композиционные материалы обладают комплексом свойств и особенностей, отличающих их от традиционных конструкционных материалов, и открывают широкие возможности для совершенствования существующих и разрабатываемых конструкций разнообразного назначения.

В частности ПКМ нашли широкое применение при изготовлении деталей и узлов авиационной техники, обеспечивая снижение массы конструкции, по сравнению с металлическими аналогами, что в свою очередь приведет к повышению топливной эффективности и увеличению тактико-технических параметров без потери прочностных и жесткостных характеристик.

Как правило, авиационные детали и узлы имеют сложную геометрию и технологию изготовления, они подвержены широкому спектру динамических нагрузок в течение длительного периода эксплуатации. Из-за особенностей слоисто-волокнутой структуры, ПКМ имеют низкую межслойную прочность, что способствует высокой восприимчивости к образованию межслойных дефектов. Вследствие чего, в конструкции неизбежно накапливаются микрповреждения, для обнаружения которых необходимо проводить периодическую диагностику состояния деталей и узлов методами неразрушающего контроля прежде, чем они станут критическими из-за возрастания их количества и соединения с другими поврежденными участками.

Одним из перспективных способов обнаружения внутренних дефектов является метод микрофокусной рентгенографии. Однако, применение данного метода для слоистых композиционных материалов не всегда возможно, особенно если речь идет о дефектах типа расслоения. Чаще всего в подобных дефектах наблюдается эффект «схлопывания», т.е. отсутствие раскрытия после снятия нагрузки с изделия. Для обнаружения таких дефектов рентгенографическим методом неразрушающего контроля необходимо приложить механическое воздействие к объекту исследования для раскрытия уже существующей трещины, но не приводящее к образованию новых и дальнейшему росту имеющихся дефектов.

Объектом исследования в настоящей работе является конструктивно-подобный элемент фланцевого соединения Г-образного сечения, выполненный по технологии автоклавного формования. В процессе эксплуатации подобные конструкции подвергаются сложной комбинированной нагрузке, которая приводит к их изгибу и кручению. При этом в местах перегибов слоев возникают высокие межслойные нормальные и касательные напряжения. Которые приводят к расслоению и последующему накоплению повреждений при сравнительно небольших нагрузках, задолго до исчерпания несущей способности конструкции при оценке по направлению армирования. После снятия нагрузки, такие межслойные повреждения не поддаются идентификации средствами неразрушающего контроля и визуально могут быть неразличимы при отсутствии внешней приложенной нагрузки вследствие схлопывания дефектов.

Для проведения исследований по определению оптимального механического воздействия на объект, разработана трехмерная компьютерная модель конструктивно-подобного элемента фланцевого соединения. Модель выполнена с явным описанием слоистой структуры и включением дефекта типа расслоение, характер и местоположение которого были

Секция 6. Методы и средства неразрушающего контроля материалов и конструкций с иерархической структурой

получены в процессе предварительного проведения механических испытаний. Рассматривалось несколько вариантов возможного размера и расположения дефекта по толщине слоистого пакета в зоне перегиба. Моделирование расслоений выполнялось посредством изменения параметров контактного взаимодействия на локальных участках заданных размеров.

Решение данной задачи осуществлялось методом конечных элементов (МКЭ) в пакете ANSYS Workbench. По результатам анализа напряженно-деформированного состояния проводилась оценка необходимой величины нагрузки и места ее приложения для обеспечения раскрытия трещины, достаточного для применения рентгенографического метода неразрушающего контроля.

Исследование выполнено в Пермском национальном исследовательском политехническом университете при поддержке Российского научного фонда (проект №16-19-00155)