

частоты изучать кинетику поврежденности образца. Проведенные сравнительные усталостные испытания различных материалов в условиях знакопеременного изгиба в диапазоне частот 0,3-18 кГц показали целесообразность использования высоких частот нагружения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковалев М.А., Овакимян Д.Н. Беспилотные летательные аппараты вертикального взлета. Сборка, настройка и программирование. Самарский национальный исследовательский Университет имени академика С.П. Королева. Россия, г. Самара, 2023 г. С. 92.
2. Блохин А.В., Царук Ф.Ф., Гайдук Н.А. Комплекс оборудования для усталостных испытаний элементов технологического оборудования //Труды БГТУ, серия П. – Мн.,2002. Вып.Х. – С.213-215.
3. Блохин А.В. Развитие комплекса оборудования для усталостных испытаний конструкционных материалов //Труды БГТУ, серия П. – Мн.,2004. Вып.ХІІ.– С.263-267.
4. Капсаров А.Г., Бельский С.Е., Чигринова Н.М. Особенности расчета элементов испытательного оборудования для получения сложного напряженного состояния в широком диапазоне частот//Современные методы проектирования машин: Труды II Межд. конференции. – Мн., 2004. – Т.4. – С.242-245.
5. Коновалов Е.Г., Дроздов В.М., Тявловский М.Д. Динамическая прочность металлов. – Минск: наука и техника, 1969. – 299 с.
6. Усталостные испытания на высоких частотах нагружения/ Под ред. Кузьменко В.А. – Киев: Наукова думка, 1979. – С. 335.

УДК 004.925, 620.179

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА СТРУКТУРЫ СИЛОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ БЛА

К.А. ПОПЛАВСКАЯ, А.Н.ТИПКО

Республиканское унитарное предприятие «Научно-производственный
центр multifunctionальных беспилотных комплексов»
Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь

Для анализа состояния материалов силовых элементов конструкции беспилотного летательного аппарата (БЛА), их неразрушающей дефектоскопии были применены возможности современных методов рентгеновской компьютерной томографии (КТ) и 3D-моделирования.

Сканирование с помощью КТ позволило создать точную 3D-модель конкретной конструкции элементов БЛА, которая отображает: реальное расположение компонентов (включая отклонения от проектной документации), плотность и распределение материалов, зазоры, возможные перекосы и точки напряжения в конструкции БЛА.

Рентгеновские снимки компонентов БЛА открываются и изучаются в программе RadiAnt DICOM Viewer, что позволяет увидеть, как выглядят внутренние компоненты и структуры различных узлов и деталей БПЛА без удаления наружной обшивки. Полученные изображения представляются в формате DICOM M (Digital Imaging and Communications in Medicine) – стандарте для медицинской и промышленной визуализации.

Полученные КТ-снимки элементов БЛА загружаются в программу для обработки и 3D-реконструкции томографических изображений 3D-Slicer (рис. 1, 2).

Цель промежуточной обработки в 3D-Slicer:

3D-реконструкция внутренней структуры;

DICOM-снимки представляют собой набор двумерных слоев, но в 3D Slicer их можно преобразовать в объемную модель;

удаление шумов и артефактов сканирования;

подготовка к экспорту в программу для постобработки результатов сканирования (SolidWorks, Blender и т.п.).

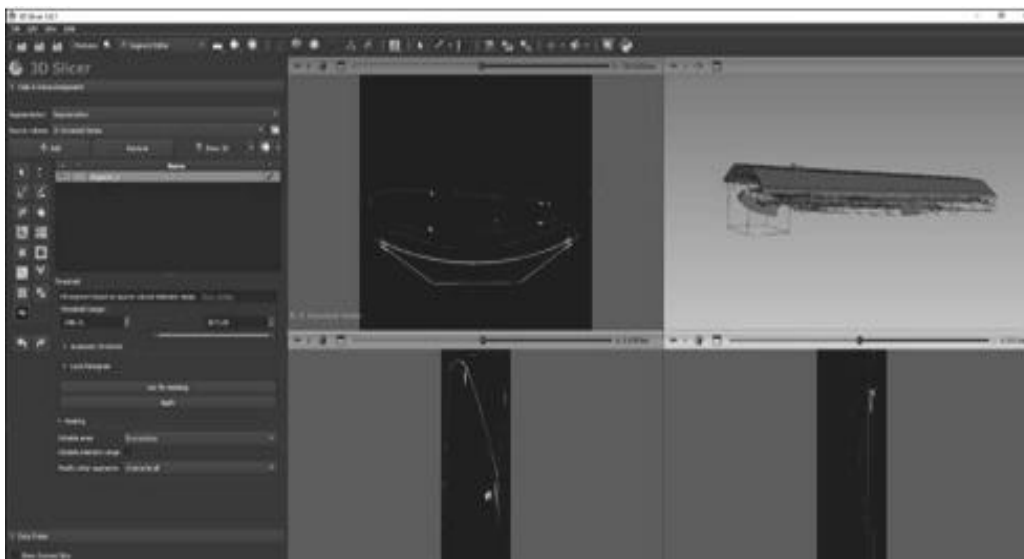


Рис. 1. Результаты сканирования полукрыла БЛА

Программа 3D Slicer позволяет конвертировать DICOM-данные в форматы файлов STL или OBJ. В данном примере использовалась программа Blender.

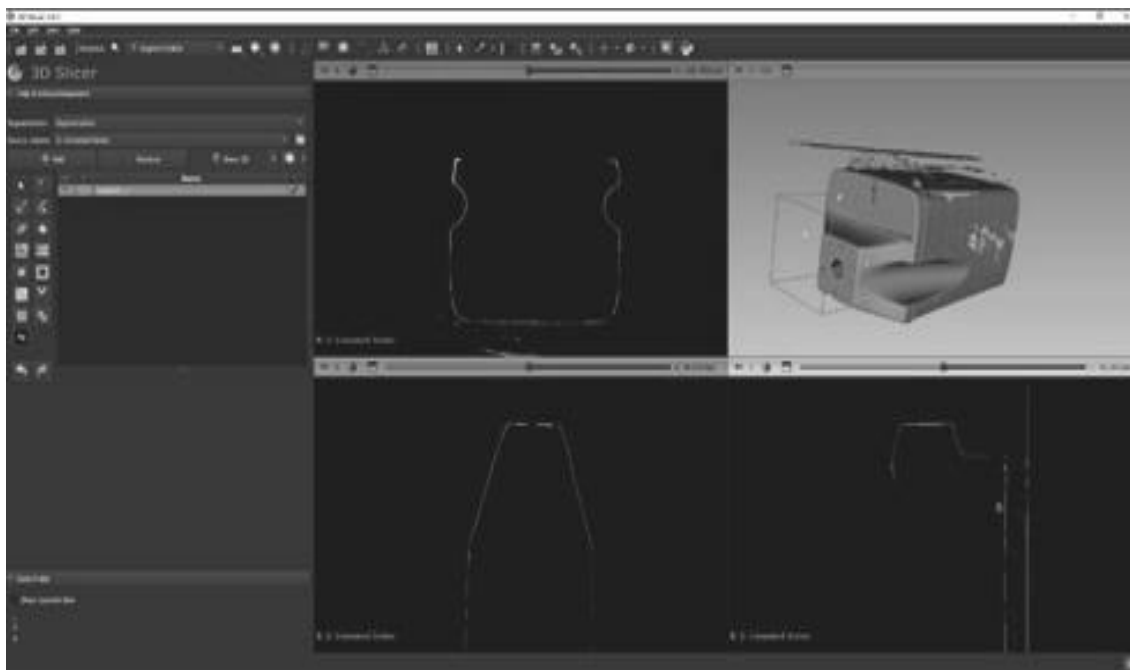


Рис. 2. Результаты сканирования части фюзеляжа БЛА

После открытия КТ-снимков в 3D-Slicer, производится экспорт в программу Blender 3D (профессиональное и открытое программное обеспечение для создания трехмерной компьютерной графики, включающее в себя средства моделирования). В данной программе производится оптимизация полученных изображений элементов конструкции БЛА: уменьшается количество полигонов с помощью ретопологии, удаляются шумы и артефакты, корректируется ориентация нормалей полигональных поверхностей (рис. 3, 4).

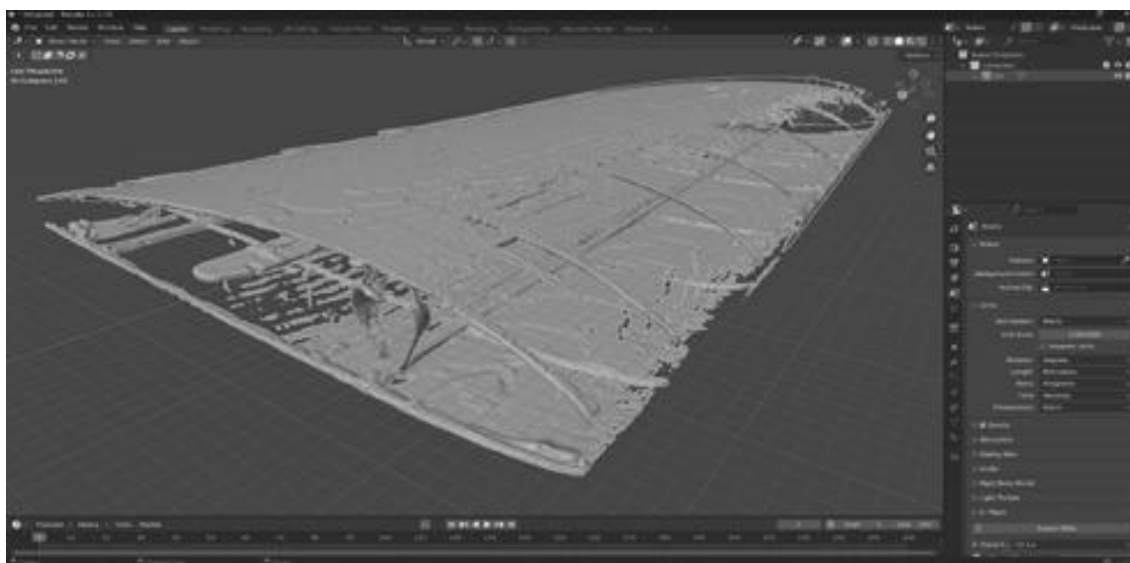


Рис. 3. Полученная 3D-модель полукрыла БЛА

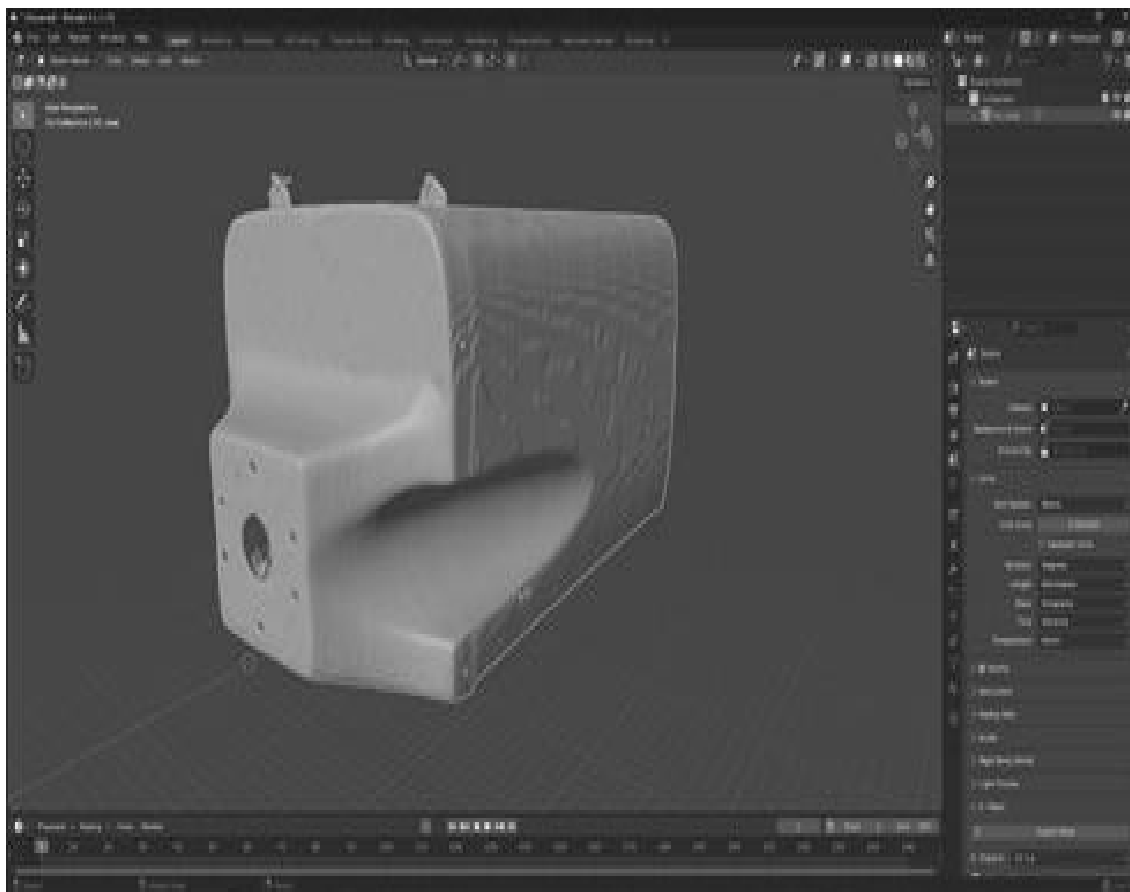


Рис. 4. Полученная 3D-модель части фюзеляжа БПЛА

Данный метод 3D-визуализации позволяет проанализировать конфигурацию, состояние внутренних компонентов элементов конструкции БЛА без его разборки, сохраняя целостность конструкции, а также создать их точные цифровые двойники и выявлять скрытые дефекты конструкции.

Таким образом, с помощью программ 3D-моделирования, медицинские технологии могут быть успешно использованы для оптимизации методов неразрушающего контроля качества при производстве и эксплуатации БЛА.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 18353–79. Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов.
2. Баранов, В. М. Испытания и контроль качества материалов и конструкций : учеб. пособие для вузов / В. М. Баранов, А. М. Карасевич, Г. А. Сарычев. – М. : Высш. шк., 2004. – 360 с.