

DOI 10.58351/2949-2041.2026.38.9.013
УДК 004.925.83

Ефимова Елена Вячеславовна, кандидат технических наук
Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации
им. Главного маршала авиации А.А. Новикова
Efimova Elena Vyacheslavovna

Горичная Мария Вадимовна, студент
Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации
им. Главного маршала авиации А.А. Новикова
Gorichnaya Maria Vadimovna

Велесова Юлия Сергеевна, студент
Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации
им. Главного маршала авиации А.А. Новикова
Velesova Julia Sergeevna

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРЁХМЕРНОЙ МОДЕЛИ И РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ УЗЛА КОНСТРУКЦИИ ЗАДНЕЙ СТОЙКИ ШАССИ ПАССАЖИРСКОГО САМОЛЁТА DESIGNING A THREE-DIMENSIONAL MODEL AND WORKING DRAWINGS OF THE STRUCTURAL UNIT OF THE REAR LANDING GEAR OF A PASSENGER AIRCRAFT

Аннотация. В данной работе рассмотрены способы использования технологии трёхмерного моделирования для нужд авиационной промышленности. Основная задача данного проекта в том, чтобы наглядно продемонстрировать преимущества использования компьютерных технологий посредством создания трёхмерной модели узла конструкции стойки шасси самолёта в программе КОМПАС-3D.

Abstract. In this work, we consider ways to use three-dimensional modeling technology for the needs of the aviation industry. The main objective of this project is to demonstrate the advantages of using computer technology by creating a three-dimensional model of the aircraft landing gear assembly in the COMPASS-3D program.

Ключевые слова: КОМПАС-3D, пространственное моделирование, летательный аппарат, агрегат, узел, каркасное моделирование, твердотельное моделирование, немногообразное (гибридное) моделирование.

Keywords: COMPASS-3D, spatial modeling, aircraft, unit, node, skeleton modeling, solid-state modeling, non-linear (hybrid) modeling.

ВВЕДЕНИЕ

Цифровые технологии являются неотъемлемой частью нашей жизни. Сейчас практически невозможно отыскать такую отрасль, в которой они не нашли применения. Для авиастроительной сферы новаторские и прогрессивные идеи будут особо актуальны всегда. Именно поэтому при проектировании, производстве, эксплуатации, испытаниях летательных аппаратов активно используются возможности компьютерного моделирования. Разработка компьютерных графических систем позволила инженерам в реальном времени управлять математическими параметрами геометрии и быстро вносить изменения неограниченное количество раз, пока не будет достигнут желаемый результат с необходимой точностью.

ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРЫ МОДЕЛИ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

В данной статье рассматриваются элементы авиационных конструкций в виде геометрических тел, устройство отдельных узлов летательных аппаратов, а также применение программ для пространственного моделирования с целью улучшения процесса проектирования.



Самолёт, как и любой другой летательный аппарат включает в себя комплексы, системы и подсистемы. В зависимости от вида и назначения, данные устройства можно классифицировать.

□ Агрегаты: Части конструкции летательного аппарата, не требующие дополнительной доработки и функционирующие как единая система. (фюзеляж, элерон, стабилизатор).

□ Узлы: Изделия, включающие в себя различные детали. Создаются путём соединения из нескольких элементарных единиц конструкции (деталей). (узел навески элерона, узел стыка крыла и фюзеляжа).

□ Детали: Элементарные единицы конструкции, которые изготавливаются из одного материала и не подвергаются операциям соединения при сборке. (лонжероны, стрингеры, панели) [2,3].

Форма и размеры каждого элемента конструкции воздушного судна определяются его местоположением, аэродинамическими характеристиками, функциями, условиями и видом подвижности. Все системы должны обладать точностью стыковки, а крепежи, как подвижные, так и монолитные – прочностью и стойкостью к износу. В связи с этим, необходимо производить расчёты и описывать вид и перемещение любого элемента с помощью математических формул. Поверхностные и пространственные характеристики элементов имеют сложную геометрическую форму, которая однозначно задаётся физическими и математическими законами [2,3].

ПРОЦЕСС ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Для примера использования технологии построения трёхмерных объектов в авиационной промышленности был выбран узел части амортизационной системы шасси самолёта. Модель представлена в упрощённом виде и является неподвижной. При этом она состоит из отдельных частей, которые впоследствии соединены в общую сборку. Такой метод, конечно, не подходит для того, чтобы понять технологию работы устройств, но помогает оценивать габаритные размеры и выявить недостатки конструкции при соединении с другими частями устройства. Модель создавалась с помощью учебной версии программы Компас 3D, которая представляет все необходимые функции для формирования деталей, подбора материалов, выполнения чертежей и сборок по отдельным деталям. Ниже будут представлены этапы создания отдельных деталей с кратким описанием каждого из них.

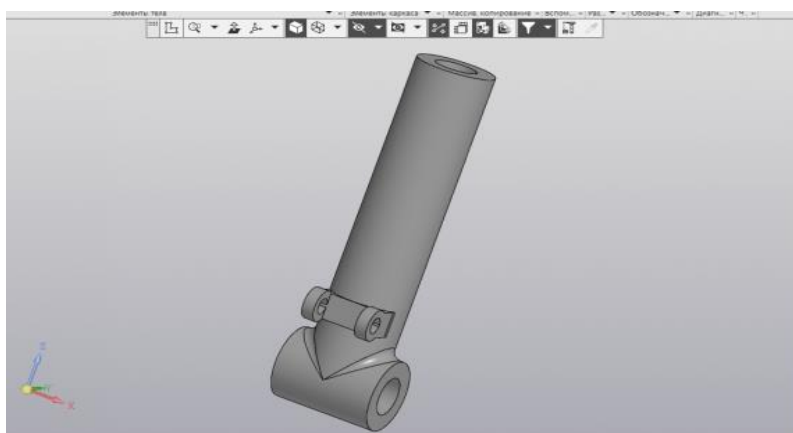


Рисунок 1. Амортизационная стойка

На рисунке 1 представлена нижняя часть амортизационной стойки – шток. На эту деталь приходится несущая нагрузка. Для её моделирования использовалась следующая последовательность операций:

- Построение окружностей разного диаметра с общим центром;
- Операция выдавливание, применённая к поверхности, заключённой между окружностями;

- Построение второго цилиндра таким же образом (оси фигур перпендикулярны друг другу);
 - Операция скругления была применена на пересечении цилиндров;
- Крепёж амортизационной стойки также был создан с помощью окружностей и операций выдавливание, вырезание выдавливанием.



Рисунок 2. Верхняя часть амортизационной стойки

Рисунок 2 – это верхняя часть амортизационной стойки. Естественно, это не единственный вариант конфигурации детали в стойках шасси, но он представляет собой наиболее простую и общую схему. Эта конструкция неразборная, поэтому все элементы были смоделированы как одна деталь.

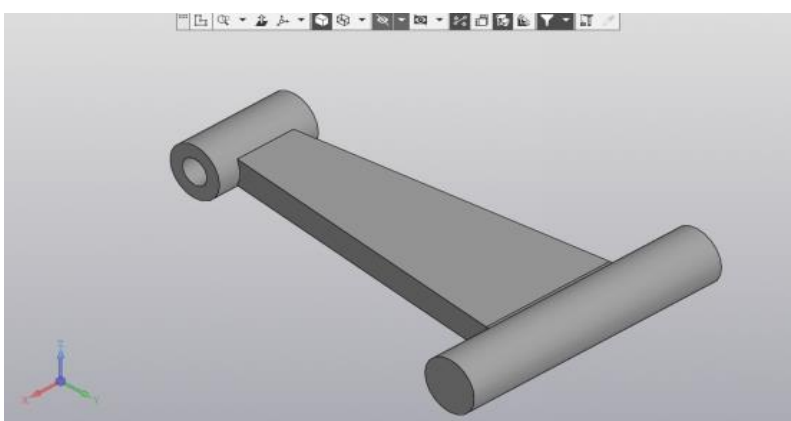


Рисунок 3. Двухзвенник (шлиц-шарнир)

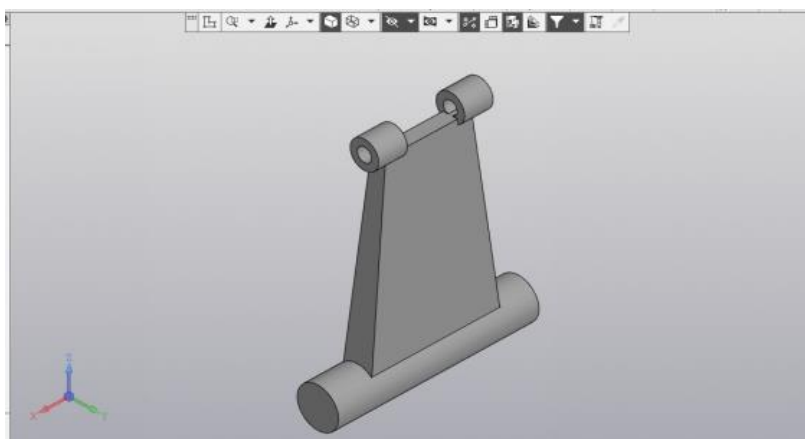


Рисунок 4. Двухзвенник (шлиц-шарнир), вид слева

На изображениях 3 и 4 представлены детали двухзвенника (шлиц-шарнира). Они сохраняют равновесие конструкции, так как удерживают колесо от непреднамеренного разворота и передают на конструкцию планера самолёта момент, стремящийся развернуть колесо. Верхнее звено двухзвенника при помощи болта соединено с корпусом амортизатора подвижным соединением. Нижнее звено аналогично соединено болтом с законцовкой штока. Это соединение обеспечивает поворот звена относительно оси болта. Болт, который соединяет между собой части двухзвенника, позволяет им взаимно поворачиваться относительно его продольной оси (данная деталь добавлена на последних этапах сборки).

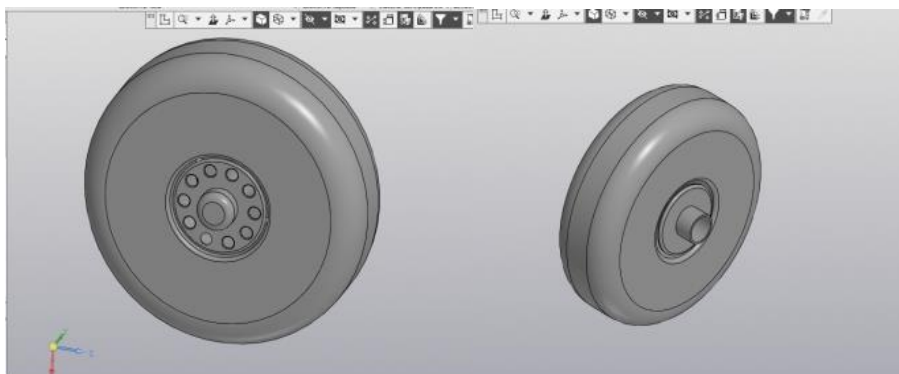


Рисунок 5. Колесо вид слева, вид справа

Колесо в упрощенном виде (Рис.5.). В данной модели, для упрощения работы, оно выполнено в виде цельного элемента и уже соединено с частью оси

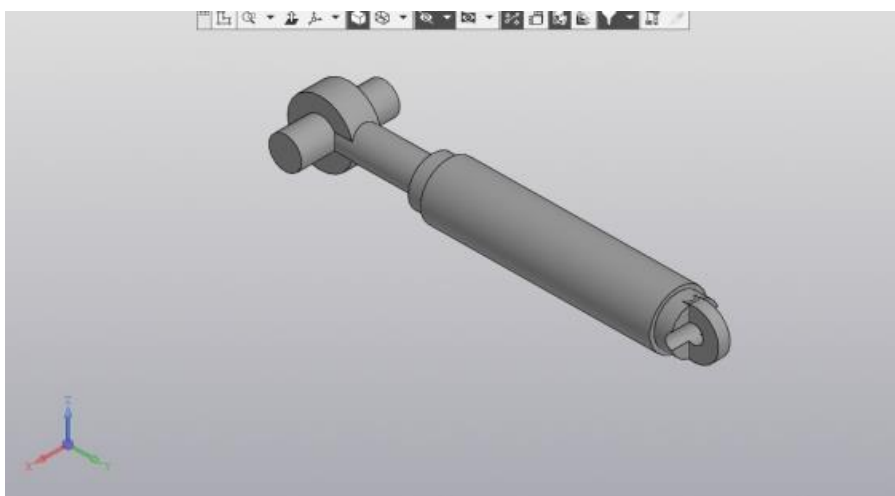


Рисунок 6. Деталь гидроцилиндра

Рисунок 6 иллюстрирует деталь гидроцилиндра, который является частью системы выпуска шасси. Модель также представлена в упрощённом виде [1,2].

ПРОЦЕСС СБОРКИ

Приложение Компас 3D позволяет создавать рабочие чертежи, сборочные чертежи и трёхмерные объекты, модели, состоящие из отдельных деталей, которые можно перемещать и фиксировать между собой. Для объединения созданных деталей понадобилось всего несколько функций. Для начала нажав кнопку “Добавить компонент из файла” была выбрана деталь штока и расположение её оси в нужном направлении относительно главной системы координат. Деталь автоматически зафиксировалась (это происходит с первой добавленной деталью). Вторым шагом была добавлена верхняя деталь амортизатора. Используя функционал программы и нажав кнопку “Совпадение” – “Соосность”, фиксируем элементы на одной оси. Дальнейшее соединение не составляет труда. (Рис.7, Рис.8)

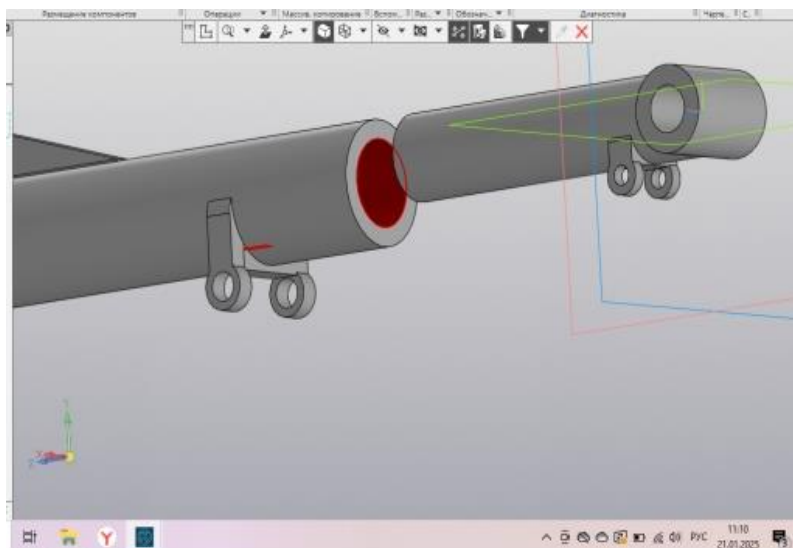


Рисунок 7. Первый этап сборки двухзвенника

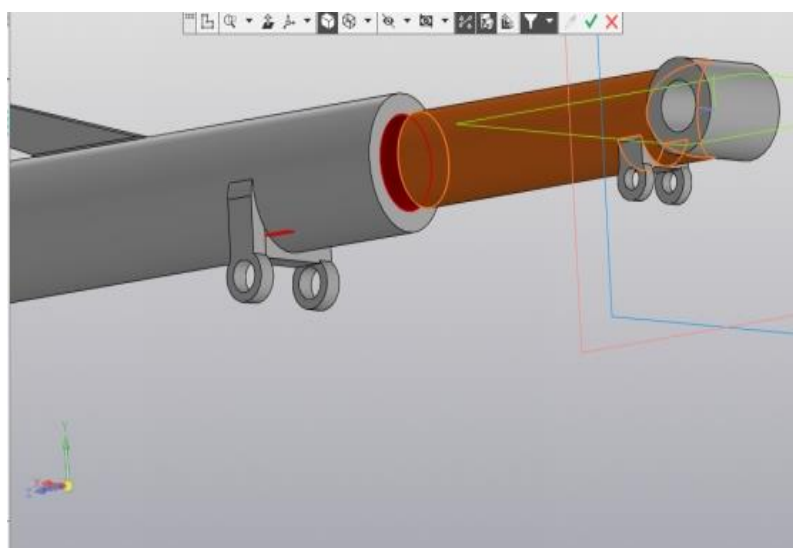


Рисунок 8. Выполнение команды «соосность»

За этапом соединения частей амортизатора следует добавление деталей двухзвенника. На фото (Рис.9) показан момент, когда уже произведена операция соосность, но детали ещё не зафиксированы в нужном положении.

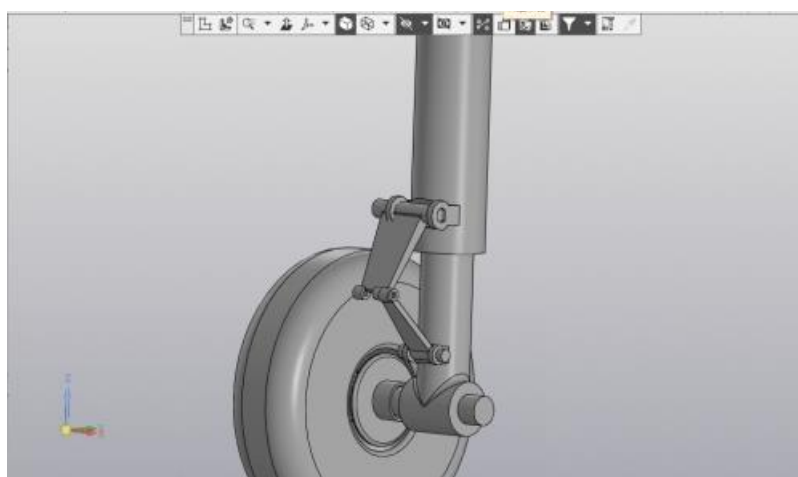


Рисунок 9. крепление первого колеса



Рисунок 10. (а, б, с, д) команда «зеркало»

Далее следует добавление колес одного за другим (Рис.10, (а, б, с, д)). Естественно, это одна и та же, зеркально отражённая деталь. Для соединения колес со штоком была создана штанга, которая представляет собой обыкновенный цилиндр, соответствующий размерам детали штока и осей колес. Готовая конструкция позволяет получить представление о том, как выглядит узел стойки шасси самолёта, включающей амортизатор и колесо. Как уже было упомянуто, созданная модель не является функциональной, а носит лишь иллюстративный характер. Опыт работы в программе КОМПАС-3D даёт возможность понять все преимущества использования компьютерных технологий, готовых элементов, операций, эскизов. Из модели можно впоследствии сделать сборочный чертёж, с учётом всех размеров. А сама трёхмерная конструкция может быть напечатана на 3D принтере, как отдельные детали, так и в собранном виде [3,4].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном проекте были рассмотрены возможности графической программы трёхмерного моделирования, особенности данного процесса, способы и методы применения. 3D моделирование используется в различных областях, таких как машиностроение, авиастроение. программа КОМПАС-3D позволяет увеличить скорости работы над проектом. А также производить измерения и расчёты в моделировании, что является важной и неотъемлемой частью процесса. Каждый параметр должен соответствовать определённому значению, а каждая погрешность должна быть немедленно устранена, так как от качества любого создаваемого элемента, зависит качество всей конструкции, будь то стойка шасси самолёта, или часть поршневого двигателя автомобиля

Список литературы:

1. Лукьянов О.Е. – Трёхмерное геометрическое моделирование сложных форм в авиационной технике / О.Е. Лукьянов – Самара: Издательство Самарского университета, 2023. – 140 с.
2. Чемпинский Л.А. – Основы геометрического моделирования в машиностроении: конспект лекций / Л.А. Чемптнский – Самара: Издательство Самарского университета, 2017. – 160 с.
3. Ендогур А.И. Проектирование авиационных конструкций. Проектирование конструкций деталей и узлов. Учебное пособие. – Издательство МАИ-ПРИНТ, 2009 – 540 с.
4. Зиновьев Д.В. Основы проектирования в КОМПАС-3D V16 / Дмитрий Зиновьев – 1-е изд. 2017. Редактор: Азанов М.И.

