

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

(КНИТУ-КАИ)

Институт авиации, наземного транспорта и энергетики

кафедра Производство летательных аппаратов

Направление подготовки 24.04.04 «Авиационное строительство»

Профиль «Технология производства летательных аппаратов»

К защите допустить



Зав. каф. ПЛА

Халилов В.И.

«12» 06 2020 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

на тему «Проектирование и разработка стапеля для сборки двери ТУ-214 с применением технологии лазерного трекера при монтаже»

ОБУЧАЮЩИЙСЯ С.Н. Ерахмадов

(инициалы, фамилия)

(личная подпись)

РУКОВОДИТЕЛЬ доцент А. В. Сосов

(ученая степень, звание, инициалы, фамилия) (личная подпись)

Казань 2020

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE RUSSIAN FEDERATION

Federal state budget educational institution of higher education

«Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI»  
(KNRTU-KAI)

Institute of aviation, transport and energy

Department Aircrafts Manufacturing Department

Direction of training bachelors: 24.04.04 «Aircraft building»

Division «Aircraft manufacturing technology»

Approved to protection

Head of department

Khaliulin V.I.

«12» 06 2020 г.

## GRADUATION QUALIFICATION WORK

on the topic: «The design and development of a slipway for assembling a service door for TU-214 aircraft using laser tracker technology during installation»

STUDENT S.N. Erakhmadov

(инициалы, фамилия)

(личная подпись)

SCIENTIFIC ASSISTENT Associate professor A. V. Sosov

(ученая степень, звание, инициалы, фамилия) (личная подпись)

Kazan 2020

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технический  
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»  
(КНИТУ-КАИ)

Институт (факультет), филиал Авиации, наземного транспорта и энергетики  
Кафедра Производство летательных аппаратов  
Направление/специальность 24.04.04 «Авистроение»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ПЛА

В.И. Халиуллин

«04» 09 2020г.

**ЗАДАНИЕ**

выпускной квалификационной работы

Ерахмадов Сиёвүш Наимджонович

(фамилия, имя, отчество)

1 Тема выпускной квалификационной работы

Проектирование технологической оснастки и технологии сборки двери самолета с использованием лазерной координатно-измерительной системы

утверждена приказом по университету от " 10 " 02 2020г.  
№ 611-с

2 Срок сдачи обучающимся законченной выпускной квалификационной работы 15.06.2020

3 Исходные данные к выпускной квалификационной работе:

3.1 Схема двери самолета Ту-214

3.2 Атлас Григорьев В.П., Ганиханов Ш.Ф. Приспособления для сборки узлов и агрегатов самолетов и вертолетов

3.3 Моделирование в системе Siemens NX

### Календарный план

№ п/п	Наименование этапов выпускной квалификационной работы	Срок выполнения этапов выпускной квалификационной работы	Примечание
1	Начало прохождения преддипломной практики.	9.02.2020	
2	Окончание преддипломной практики и сдача отчетов.	8.06.2020	
3	Сдача руководителю основной части выпускной квалификационной работы.	9.06.2020	
4	Моделирование двери самолета и согласование с руководителем.	10.06.2020	
5	Моделирование сталея двери самолета и согласованием с руководителем.	11.06.2020	
6	Оформление пояснительной записки выпускной квалификационной работы	13.06.2020	
7	Сдача выпускной квалификационной работы на антиплагиат.	15.06.2020	
8	Предзащита выпускной квалификационной работы.	17.06.2020	
9	Защита выпускной квалификационной работы.	20.06.2020	

Обучающийся \_\_\_\_\_  
Руководитель \_\_\_\_\_

С.Н. Ерахмадов

А.В.Сосов

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ .....	8
ГЛАВА 1 КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ.....	10
1.1 Анализ конструктивно технологических особенностей самолета и силовой схемы фюзеляжа .....	10
ГЛАВА 2 ВЫБОР СПОСОБА БАЗИРОВАНИЯ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ .....	11
2.1 Обоснование выбора способа базирования сборочной единицы (СЕ).....	11
ГЛАВА 3 ВЫБОР ТИПА СБОРОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ.....	20
3.1 Виды и требования к сборочным приспособлениям.....	20
3.2 Обоснование выбора типа сборочного приспособления (СП) .....	21
ГЛАВА 4 Моделирование СЕ.....	23
ГЛАВА 5. РАЗРАБОТКА СХЕМЫ СБОРКИ СЕ .....	24
5.1 Разработка схемы сборки двери самолета .....	24
ГЛАВА 6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА 3D МОДЕЛИ СБОРОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ.....	54
6.1. Проектирование и разработка 3D модели каркаса СП .....	54
6.2 Проектирование и разработка 3D моделей базовых элементов СП .....	57
6.3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА 3D МОДЕЛЕЙ ЗАЖИМ-НЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СП .....	61
ГЛАВА 7 МОНТАЖ СБОРОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ .....	62
7.1 Обоснование метода монтажа СП, проектирование и разработка 3D моделей установочных элементов.....	62
7.2 ОПИСАНИЕ МОНТАЖА СП .....	65
ГЛАВА 8 РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКТА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ .....	68
8.1 Разработка комплекта чертежей сборочного приспособления.....	68
ГЛАВА 9 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ СЕ.....	69
9.1 Технологический процесс сборки .....	69
ГЛАВА 10 РАЗРАБОТКА СХЕМЫ КОНТРОЛЯ .....	86
10.1 Разработка схемы контроля сборочного приспособления двери .....	86
10.2 Технологические указания на сборку и навеску дверей .....	87
<u>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</u>	<b>90</b>
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ .....	92

## АННОТАЦИЯ

СБОРКА, ДВЕРЬ САМОЛЕТА, СТАПЕЛЬ, СБОРОЧНОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, ТЕХНОЛОГИЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ЛАЗЕРНЫЙ ТРЕКЕР, МОНТАЖ.

Объектом исследования является задняя служебная дверь самолета ТУ-214.

Цель работы – проектирование и сборка конструкции стапеля для сборки двери с применением технологии лазерного трекера при монтаже.

В процессе выполнения работы были проведены следующие этапы:

- анализ конструктивно-технологических особенностей самолета и агрегата;
- анализ существующих способов базирования сборочных единиц, а также выбор и обоснование выбора способа базирования для данного агрегата.;
- выбор и обоснование выбора типа сборочного приспособления
- разработка схемы сборки двери ;
- разработка 3D моделей СЕ,СП;
- разработка технологического процесса сборки двери;
- разработка комплекта конструкторской документации (КД).

## **ABSTRACT**

ASSEMBLY, AIRCRAFT DOOR, TECHNOLOGY, TECHNOLOGICAL PROCESS, LASER TRACKER, INSTALLATION.

The object of study is the rear service door of the TU-214 aircraft.

The purpose of the work is the design and assembly of structures for assembling doors using laser tracker technologies during installation.

The following steps were carried out:

- analysis of the structural and technological features of the aircraft and the unit;
- analysis of existing methods for basing assembly units;
- selection and justification of the choice of type of assembly device
- development of a door assembly scheme;
- Development of 3D models CE, SP;
- development of the technological process of door assembly;
- development of a set of design documentation (CD).

## ВВЕДЕНИЕ

Одной из главных задач авиастроения на современном этапе, наравне с обеспечением высокого технического уровня, также является повышение качества изделий авиастроения, которое определяет такие свойства как рентабельность их эксплуатации, затраты материальных и трудовых ресурсов на выпуск новых изделий производственные мощности, а в большинстве случаев и техносферную безопасность их эксплуатации.

Качество изделия – довольно широкое понятие, которое включает в себя следующие компоненты: производительность, коэффициент полезного действия, точность, ремонтпригодность, материалоемкость, надежность, экологичность, бесшумность, эстетичность, легкость и удобство управления и обслуживания и др.

При проектировании конструктором закладывается качество изделия. Он выбирает целесообразные схемы и прогрессивные рабочие процессы. Конструктор владеет современными методами расчета динамики и прочности изделий, которые впоследствии позволяют экономить материал, а также он применяет конструкционные материалы, ориентируясь на перспективные технологии, которые уже хорошо зарекомендовали себя в эксплуатации, и многие другие моменты.

На всех этапах производства, технология играет наиважнейшую роль в обеспечении качества самолетов. Процесс сборки выступает одним из заключительных этапов изготовления самолета, это результат совместной деятельности конструкторов и технологов.

Отличительно чертой сборки от других технологических процессов является то, что в качестве составных ее элементов выступают физически разнообразные и физически разнородные процессы.



Установка частей конструкции включает в себя процессы перемещения и ориентирования соединяемых деталей, основанные на различных физических принципах.

Сборка значителен завершающим и наиболее ответственным этапом производства, на котором интегрируются итоги всех предшествующих этапов и складываются основные показатели качества выпускаемых изделий. Процессы сборки наименее механизированы и автоматизированы и занимают непропорционально большой удельный вес в общей структуре трудоемкости производства машин и приборов. Трудоемкость сборочных работ на предприятиях машиностроения и приборостроения в большинстве случаев превосходит трудоемкость механической обработки и значительно превышает затраты труда на изготовление продукции других отраслей производства: литейного, сварочного, кузнечно-прессового и др.

Сборка является самой актуальной и важной темой в авиа- и машиностроении.

# ГЛАВА 1 КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

## 1.1 Анализ конструктивно технологических особенностей самолета и силовой схемы фюзеляжа

В качестве тяжелого самолета пассажирского класса за основу был взят самолет Ту-214 (Рисунок 1.1.1.). Это моноплан, изготовленный по нормальной(классической) аэродинамической схеме, это свободнонесущий низкоплан с двумя турбовентиляторными двигателями, которые установлены в пилонах под крылом. Самолет имеет шасситрехопорной схемы с носовым расположением управляемого колеса. Главные стойки складываются в ниши, расположенные в фюзеляже самолета. Носовая стойка при уборке движется против набегающего потока воздуха. Механизация крыла Ту-214 состоит из предкрылков и двухщелевых закрылков.



Рисунок 1.1.1 – Самолет ТУ-214

## ГЛАВА 2 ВЫБОР СПОСОБА БАЗИРОВАНИЯ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ

### 2.1 Обоснование выбора способа базирования сборочной единицы (СЕ)

Существует несколько методов сборки:

**Сборка по базовой детали.** При данном методе сборки одну из деталей принимают за базовую и к ней в установленной последовательности присоединяют другие детали, которые входят в узел. Этот метод применяется при сборке изделий из жестких деталей, сохраняющих свою форму и размеры под действием собственной массы.

В качестве примера, на рисунке 4.1. показан цилиндр, сборку которого ведут по базовой детали 1. В процессе сборки базовыми поочередно являются различные детали: шток 1 при сборке 1-й группы, поршень 3 при соединении 1-й группы с 3-й.

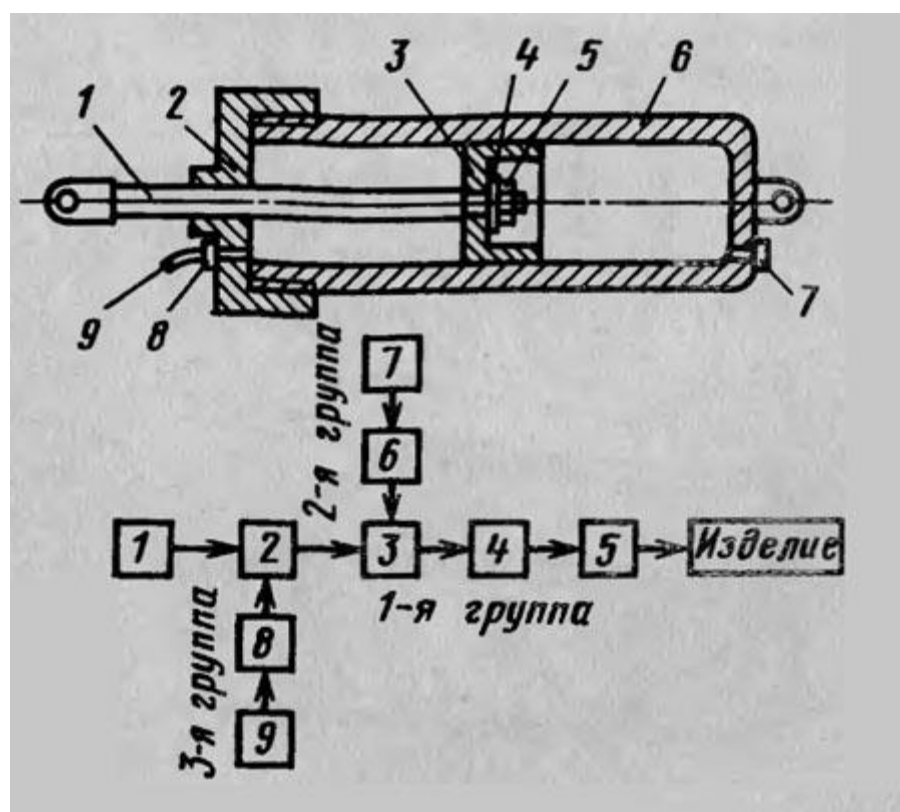


Рисунок 2.1.1 – Схема сборки по базовой детали:

1-шток; 2-крышка; 3 –поршень; 4-шайба;

5- гайка; 6- цилиндр;7-дроссель;8-штуцер;9-шланг

Как правило, при сборке по базовой детали нет необходимости в специальных сборочных приспособлениях. Изделие собирают на верстаке.

**Сборка по разметке.** Суть настоящего метода заключается в том, что сборочное положение деталей определяют путем измерения расстояний между ними, затем детали фиксируют в этом положении и соединяют (Рисунок 2.1.2). Разметка положения деталей производится по чертежу. Для разметки используют универсальные мерительные и слесарные инструменты (линейку, струбцину, циркуль и т. д.). Процесс сборки по разметке трудоемок и длителен, так как включает в себя много переходов. Разметка по шаблону менее трудоемкая операция по сравнению с разметкой вручную. В этом случае на базовую деталь 1 (Рисунок 2.1.3) накладывают шаблон 2, совмещая кромки детали и шаблона, и по окнам 3 в шаблоне размечают положения входящих деталей.

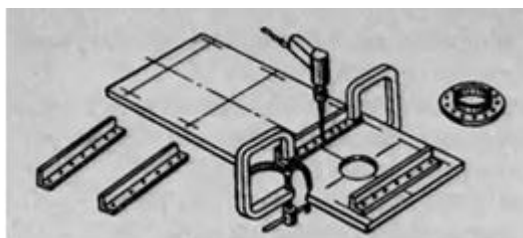


Рисунок 2.1.2 – Сборка по разметке

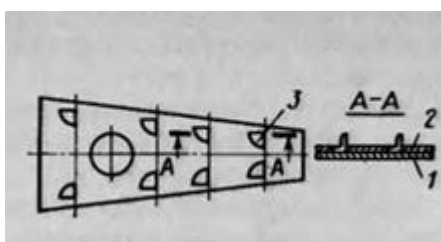


Рисунок 2.1.3 – Разметка по шаблону

#### **Сборка по сборочным отверстиям (Рисунок 2.1.4).**

При этом методе сборки в качестве сборочной базы вступают СО, которые сверлят по шаблонам в каждой из собираемых деталей. Детали должны иметь не менее двух сборочных отверстий, согласованных по

дистанции, местоположению и диаметру. Расположение сборочных отверстий, их число, шаг, диаметр задаются в технических условиях на поставку. При сборке детали фиксируют по сборочным отверстиям при помощи болтов или заклепок, а затем соединяют способом, указанным в чертеже.

Сборка по СО широко применяется при изготовлении плоских каркасных узлов и цилиндрических панелей.

Сборку по СО ведут на верстаках или в простейших поддерживающих устройствах.

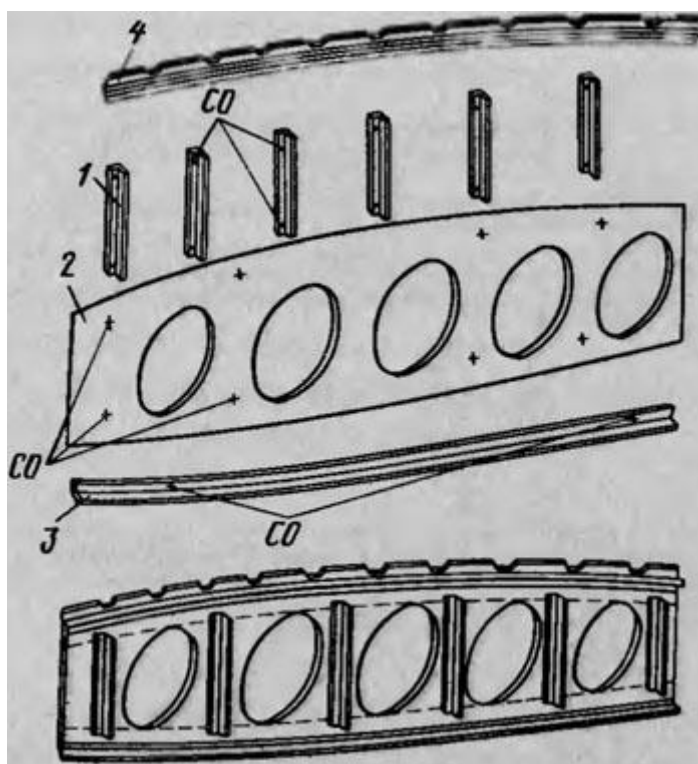


Рисунок 2.1.4 – Схема сборки по сборочным отверстиям:

1 - стойки; 2 - стенка; 3,4 - пояса

**Сборка в приспособлении.** Необходимое взаимное расположение деталей собираемого узла обеспечивают сборочными приспособлениями.

При сборке узлов и агрегатов в приспособлениях, существуют следующие базы: внутреннюю поверхность обшивки, внешнюю поверхность обшивки, поверхность каркаса, координатно-фиксирующие отверстия (КФО), отверстия под стыковые болты (ОСБ).

**Сборка по базе «поверхность каркаса»** (Рисунок 2.1.5). При таком способе сборки обшивку (или панель) устанавливают на базовую поверхность каркаса и прижимают к ней на период соединения обшивки с элементами каркаса.

Чаще всего базирование по поверхности каркаса применяется при сборке непанелированных отсеков и агрегатов легких самолетов и вертолетов, конструкций из монолитных и сборных нервюр и шпангоутов и конструкций с сотовыми заполнителями.

Точность аэродинамических обводов собираемого по этому способу узла или агрегата зависит от точности сборки каркаса.

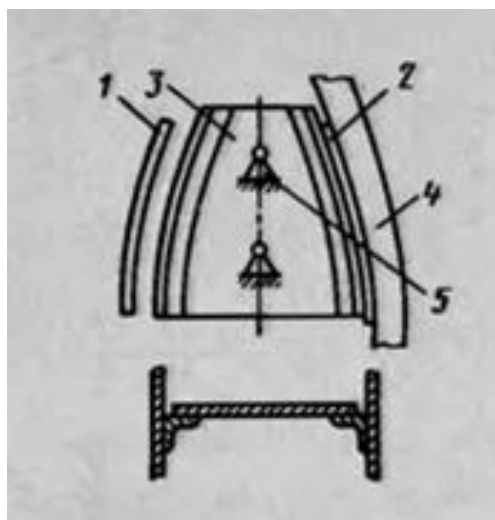


Рисунок 2.1.5 – Схема сборки по базе «поверхность каркаса»:  
1,2-обшивки; 3- каркас;4-рубильник;5-фиксаторы приспособления

При **базировании на внутреннюю поверхность обшивки** (Рисунок 2.1.6) панель или обшивку на все время соединения с каркасом прижимают внутренним обводом к опорным поверхностям приспособления. Например, при сборке секции крыла или фюзеляжа могут быть использованы специальные макетные нервюры или шпангоуты, с помощью которых можно точно зафиксировать аэродинамические обводы собираемого изделия.

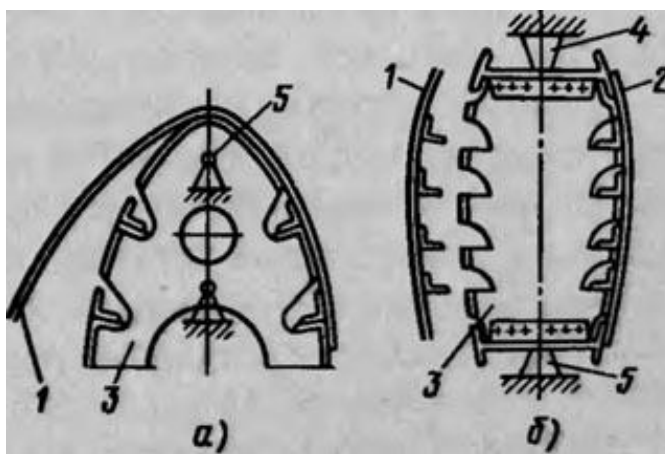


Рисунок 2.1.6 – Схема сборки по базе «внутренняя поверхность обшивки»: 1, 2 – обшивки; 3 – макетная нервюра; 4, 5 – фиксаторы приспособления

При **сборке по базе «внешняя поверхность обшивки»** (Рисунок 2.1.7) обшивку или панель прижимают внешним обводом к опорным поверхностям (рубильникам) сборочного приспособления и точно фиксируют в пространстве на весь период соединения обшивки с каркасом. Все элементы конструкции каркаса последовательно присоединяются к обшивке. При сборке по внешней поверхности обшивки все неточности изготовления деталей каркаса компенсируются компенсаторами 2, которые устанавливаются по месту.

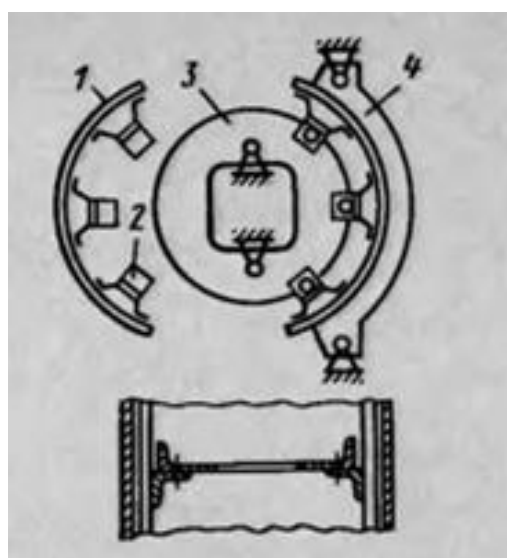


Рисунок 2.1.7. Схема сборки по базе «внешняя поверхность обшивки»:

1 - обшивка; 2 - компенсатор; 3 - каркас; 4 - рубильник

Сущность сборки по координатно-фиксирующим отверстиям заключается в том, что детали поперечного набора каркаса устанавливают в сборочное приспособление и фиксируют по специальным отверстиям — КФО, затем на поверхность каркаса устанавливают обшивку (панель) и соединяют ее с поперечным набором (Рисунок 2.1.8).

КФО в деталях и в сборочном приспособлении задаются от основных базовых осей. В отличие от других технологических отверстий КФО показывают на конструктивных чертежах изделия.

Точность сборки с базированием по КФО так же, как и при базировании по каркасу, зависит от качества сборки каркаса, точности его обводов, точности расположения КФО в деталях и фиксирующих элементах сборочной оснастки. Сверление и разделка КФО в деталях каркаса выполняется в заготовительных цехах по кондукторам или на специальном столе с применением координатных плаз-кондукторных линеек.

Сборочное приспособление, предназначенное для сборки по КФО, имеет упрощенную конструкцию, без громоздких и дорогостоящих рубильников и ложементов.

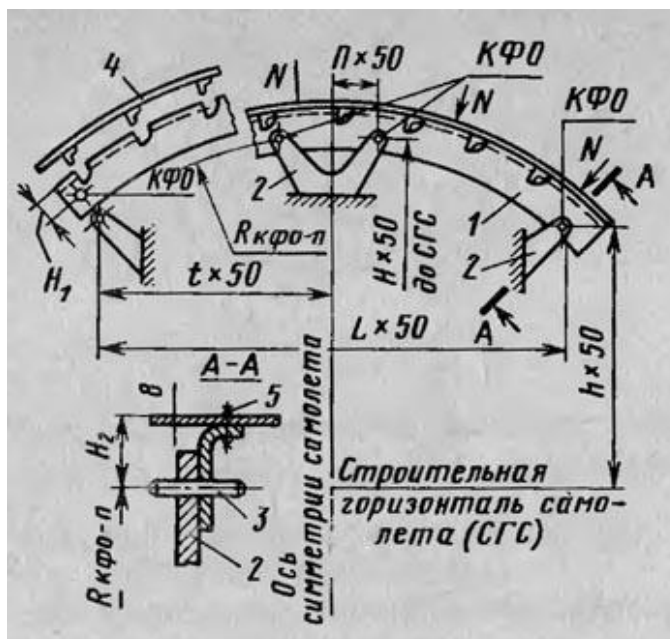


Рисунок 2.1.8 – Схема сборки по координатно-фиксирующим отверстиям:

1 – обод шпангоута; 2 – фиксатор приспособления; 3 – штырь; 4 – панель; 5 – крепежная деталь



При базировании по отверстиям под стыковые болты в деталях и узлах, служащих для соединения панелей, отсеков и агрегатов между собой, достигают большой точности сборки и высокого качества соединения.

Панель или детали устанавливают в сборочное приспособление, совмещая отверстия под стыковые болты в узле (детали) с соответствующими отверстиями в плите сборочного приспособления (Рисунок 2.1.9). При этом поверхность стыковочных деталей, образующих плоскость разъема, должна плотно прилегать к поверхности плиты. В таком положении стыковочные детали соединяются с деталями приспособления при помощи фиксирующих болтов или штырей. После этого к стыковочным деталям (панелям) присоединяют детали каркаса и другие элементы конструкции планера.

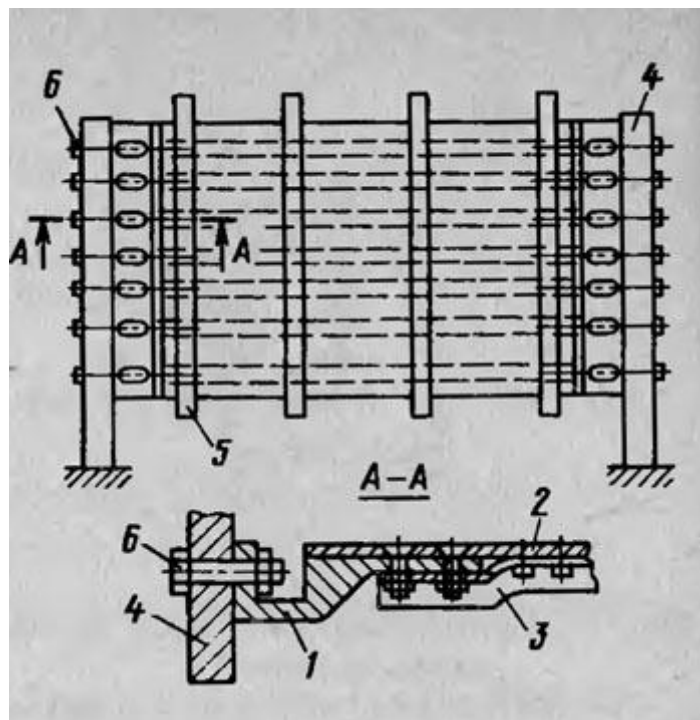


Рисунок 2.1.9 – Схема сборки с базированием по отверстиям под стыковые болты: 1 – профиль разъема; 2 – обшивка; 3 – панель; 4 – плита приспособления; 5 – ложемент; 6 – стыковой болт

Сборка большинства узлов отсеков и агрегатов планера самолета невозможна без сборочной оснастки, которая обеспечивает правильное

взаимное расположение деталей, узлов и отсеков относительно друг друга (Рисунок 2.1.10). В приспособлении детали и узлы прижимаются к ложементам, плитам разъема, рубильникам фиксаторами и прижимами.

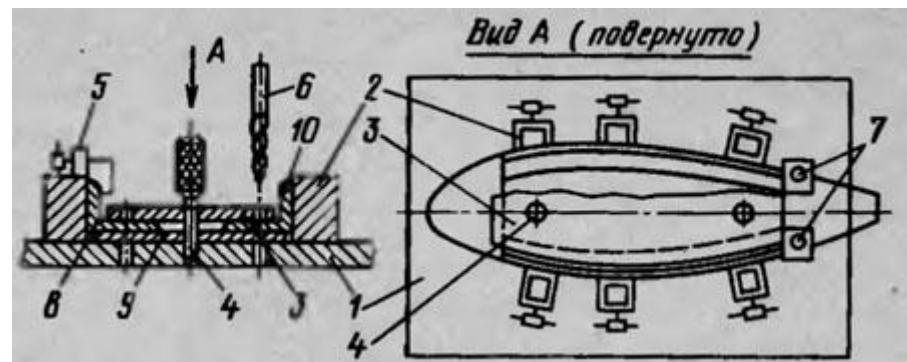


Рисунок 2.1.10 – Сборка в приспособлении:

- 1 — основание; 2 - фиксаторы; 3 — шаблон; 4 - фиксатор-штырь; 5 — прижим; 6 - сверло;  
7 — упор; 8,10 — пояса нервюры; 9 — стенка нервюры

Двери весьма разнообразны по конструктивному оформлению и применяемым материалам. Но к ним предъявляются требования высокой прочности, жесткости и точности. Двери должны плотно прилегать к соответствующим деталям оболочки и в сочетании с последними воспроизводить заданную аэродинамическую форму летательного аппарата и обеспечивать правильное взаимное пространственное расположение его частей. Поэтому они выполняются с высокой степенью точности, в увязке с поверхностями, образующими внешние обводы летательного аппарата.

Сборка двери производится с базой на внешнюю поверхность обшивки с обязательной фиксацией внешнего контура (Рисунок 2.1.11).

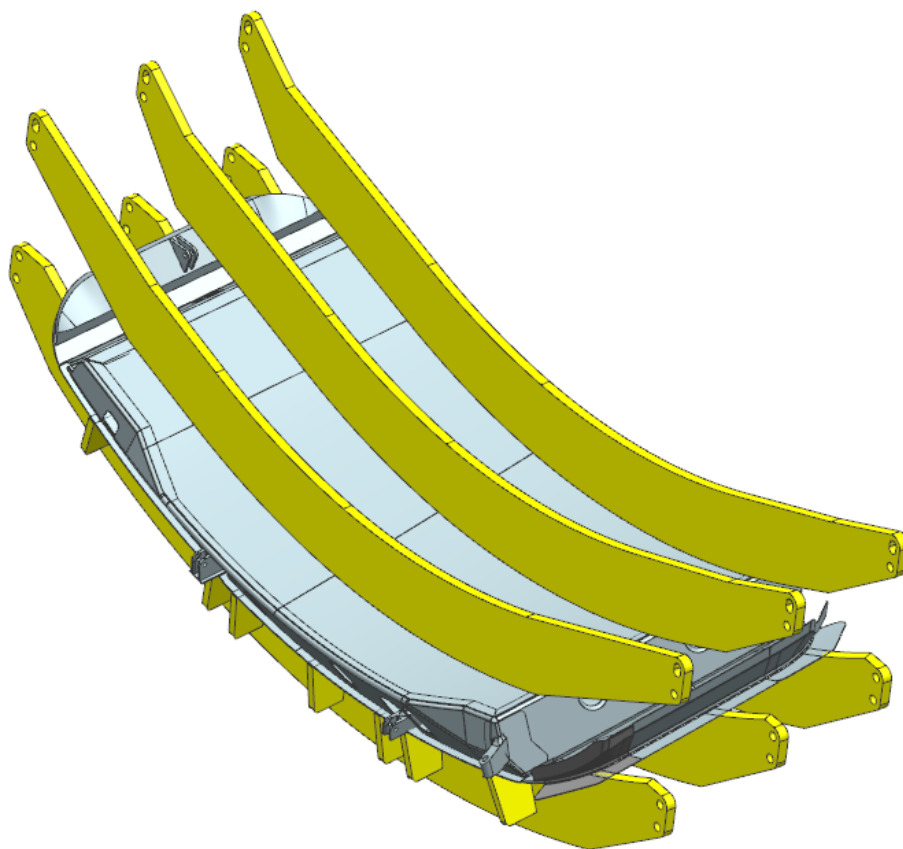


Рисунок 2.1.11 – Способ базирования двери

## **ГЛАВА 3 ВЫБОР ТИПА СБОРОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ**

### **3.1 Виды и требования к сборочным приспособлениям**

Сборочное приспособление – устройство для установки деталей и подборок в заданное чертежом положение при сборке.

В зависимости от вида сборочной единицы (узла каркаса, панели, секции, отсеки, агрегаты) различают приспособления для узловой и агрегатной сборки. По принятому способу базирования различают приспособления для сборки по БЭСП, по КФО, по СО. По конструкционному признаку с учетом степени универсальности сборочные приспособления разделяют на специальные и специализированные.

Специальные приспособления предназначены для сборки конкретного конструктивного элемента определенного изделия. При смене объекта производства специальная сборочная оснастка демонтируется. Стандартные узлы и детали могут быть использованы повторно при создании новых приспособлений.

Специализированными называют приспособления, предназначенные для сборки определенной группы однотипных элементов объединенных общностью конструктивно-технологических признаков. При переходе со сборки узла одного типоразмера на другой приспособление не демонтируется, а производят переустановку-переналадку базовых фиксирующих элементов.

Проектирование сборочного приспособления ведут с учетом трех основных требований:

1. Обеспечение заданной точности и взаимозаменяемости собираемого изделия. Требование это достигается правильным выбором состава базовых

элементов, их количества и расположения относительно друг друга и конструктивных осей, надежностью фиксации и достаточной жесткостью каркаса, исключающей смещение базируемых узлов и деталей под действием возмущающих нагрузок.

2. Обеспечение удобства выполнения сборочных работ и высокой производительности труда: свободные подходы к рабочим зонам, быстрота установки и фиксации деталей., механизация сборочных операций (сверления, зенкования, клепки, сварки), механизация закладки входящих узлов и деталей, выемка собранного изделия из приспособления и пр.

3. Минимальные затраты труда, средств и времени на проектирование и изготовление приспособления. Основным направлением решения задачи является, возможно, более широкое применение нормализованных элементов.

### **3.2 Обоснование выбора типа сборочного приспособления (СП)**

Исходя из того, что дверь можно вписать в прямоугольную форму (Рисунок 3.2.1), а также учитывая, что рассматриваемая дверь находится в сужающейся части самолета, выбрана рамная конструкция каркаса СП с горизонтальным расположением (Рисунок 3.2.2):

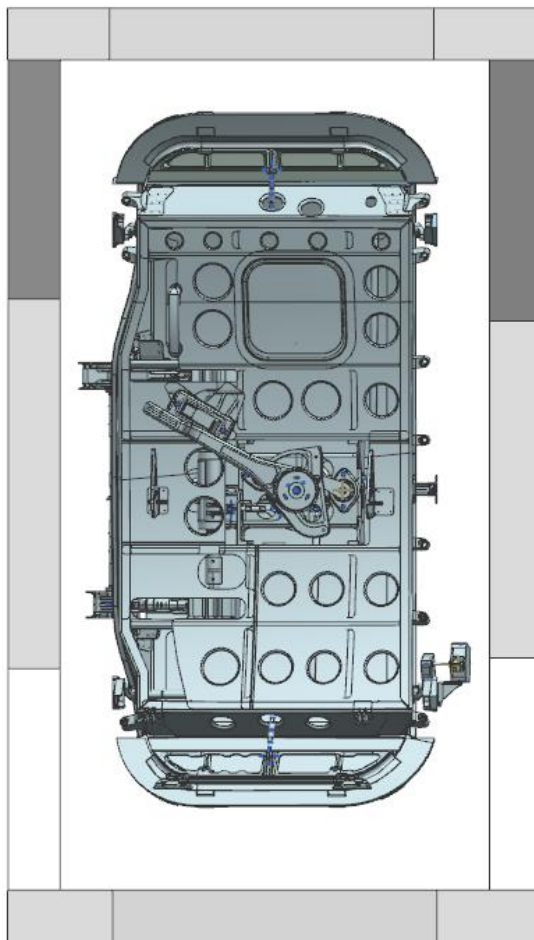


Рисунок 3.2.1 – Обоснование выбора формы СП в связи с формой

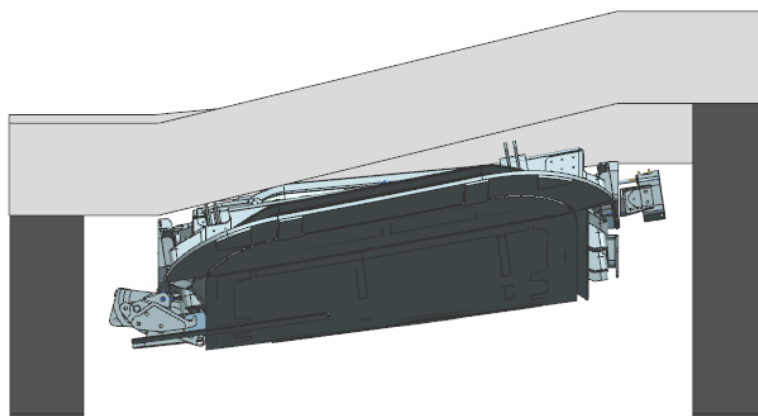


Рисунок 3.2.2 – Обоснование выбора формы СП в связи с расположением двери

## ГЛАВА 4 Моделирование СЕ

Модель СЕ задней служебной двери была выдана руководителем практики (Рисунок 4.1):

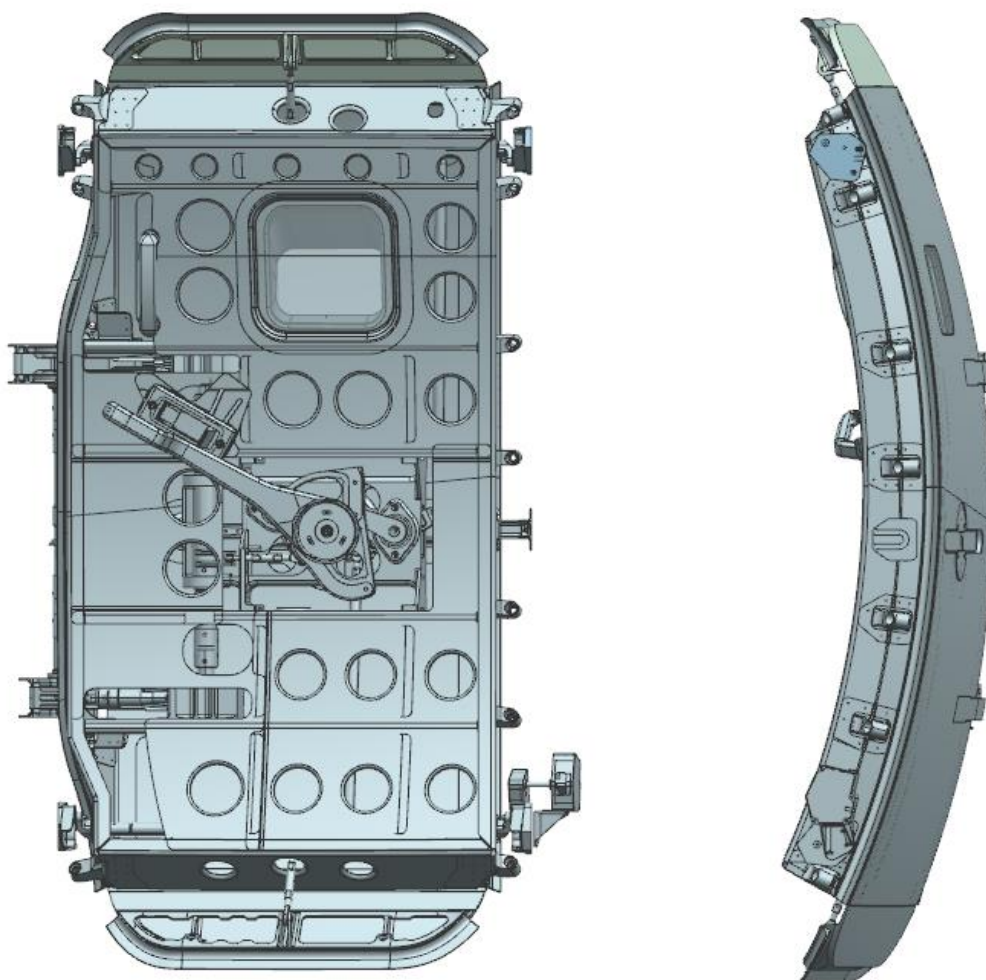


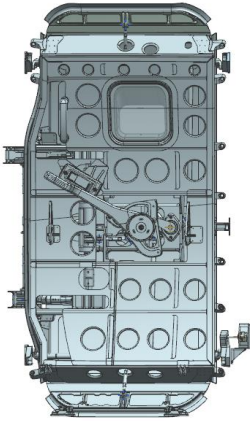
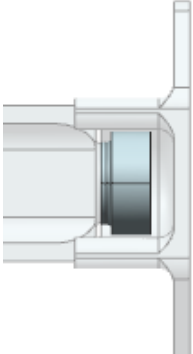
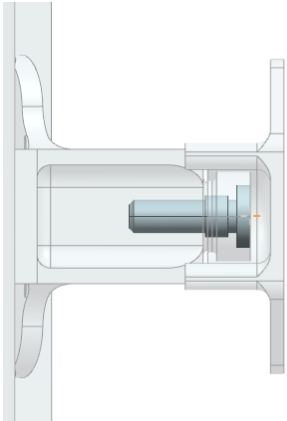
Рисунок 4.1 – Модель СЕ задней служебной двери

## ГЛАВА 5. РАЗРАБОТКА СХЕМЫ СБОРКИ СЕ

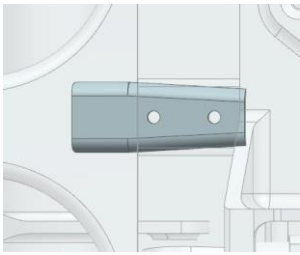
### 5.1 Разработка схемы сборки двери самолета

В данном разделе представлены таблицы, показывающие все составные элементы входящие в сборочную единицу. Схема сборки представляет собой классификацию по типу: СЕ→подборки→детали.

Таблица 1

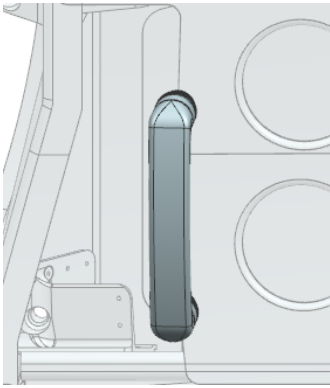
Наименование	Имя файла (модели) x количество
 <b>Дверь служебная задняя</b>	-74.05.0550.300.000 (Последовательность: Алфавитно-цифровой)
 <b>втулка</b>	-74.05.0250.039.000
 <b>вал</b>	-74.05.0250.040.007





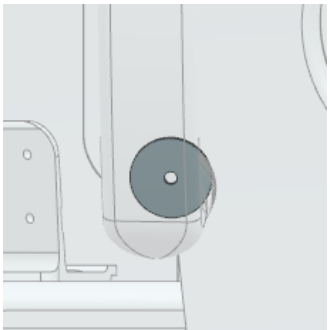
ЛИСТ

-74.05.0250.062.000



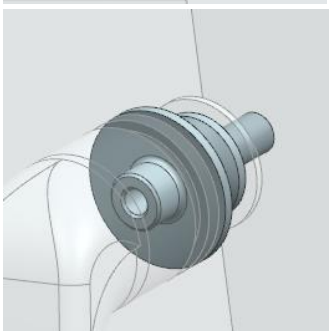
Дверная ручка

-74.05.0250.256.000-alt2



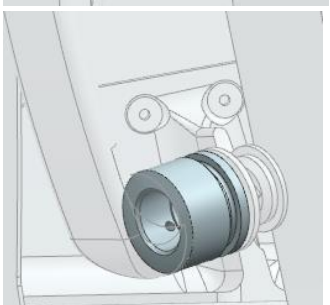
шайба

-74.05.0250.256.007 x 2



Вал

-74.05.0250.257.000 x 2



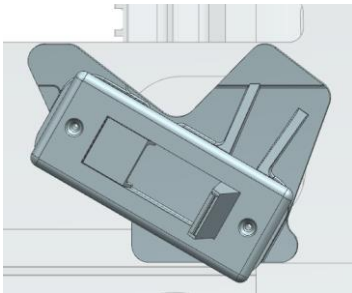
втулка

-74.05.0250.258.000 x 2



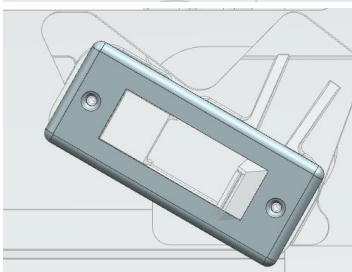
рукоять

-74.05.0250.261.000



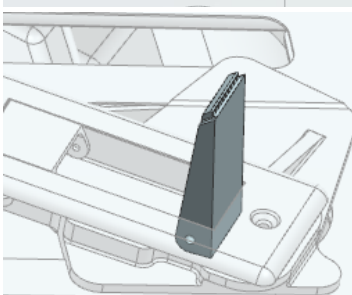
Механизм

-74.05.0250.360.000



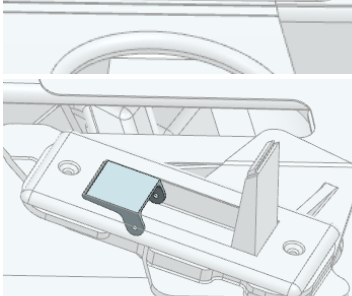
крышка

-74.05.0250.362.000



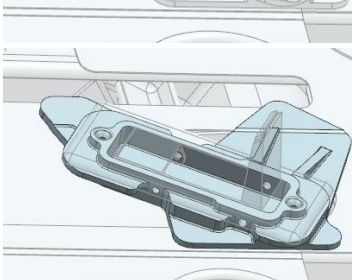
упор

-74.05.0250.363.000



кронштейн

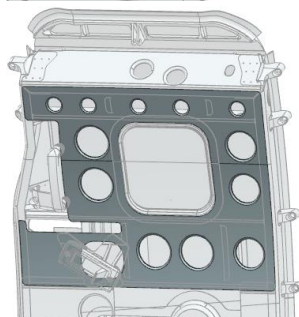
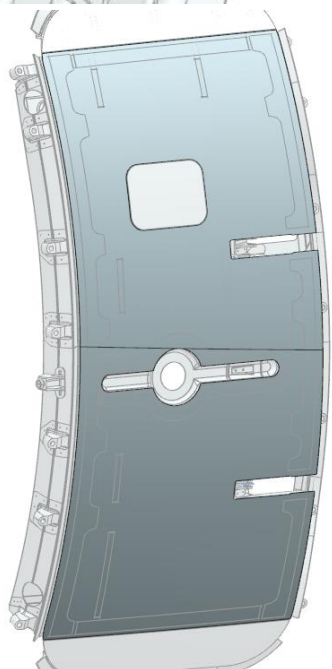
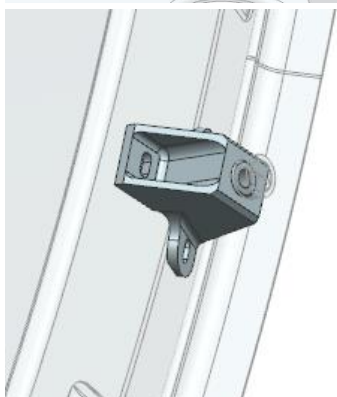
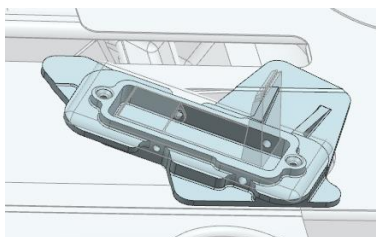
-74.05.0250.364.000



основание

-74.05.0250.385.009

-74.05.0250.385.103



кронштейн

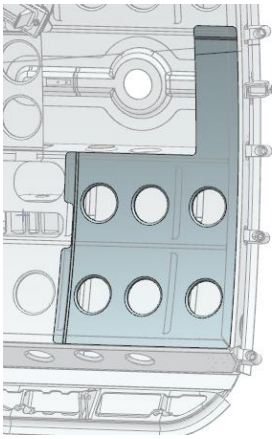
-74.05.0550.042.000

Лист обшивки

-74.05.0550.300.007

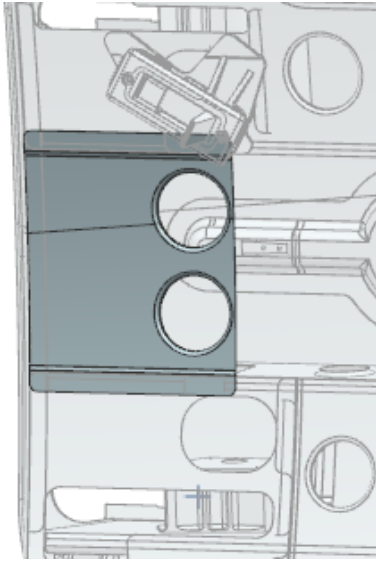
лист

-74.05.0550.300.009



ЛИСТ

-74.05.0550.300.011



ЛИСТ

-74.05.0550.300.015



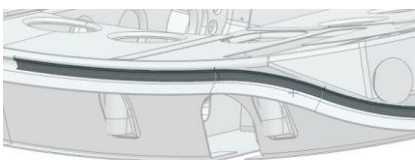
окантовка

-74.05.0550.300.027



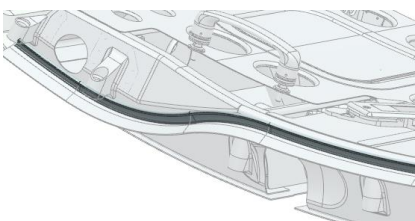
окантовка

-74.05.0550.300.029



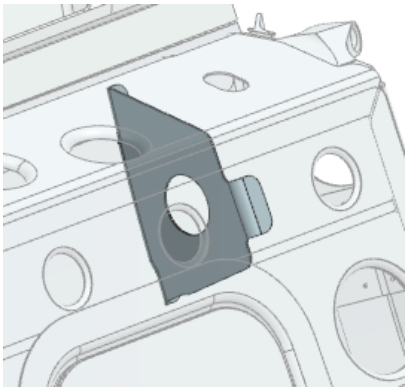
окантовка

-74.05.0550.300.031



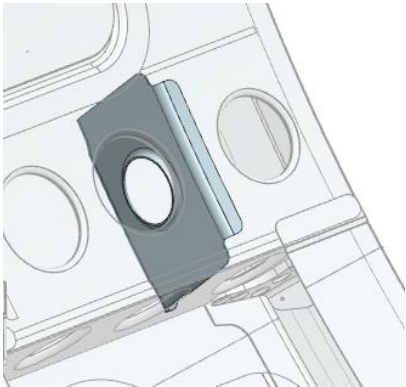
окантовка

-74.05.0550.300.033



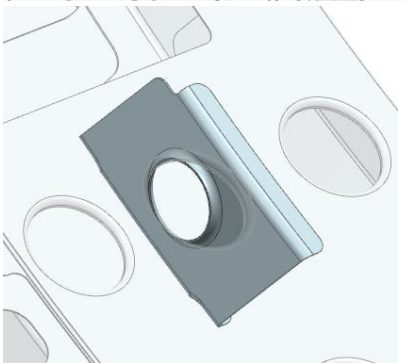
стенка

-74.05.0550.300.037



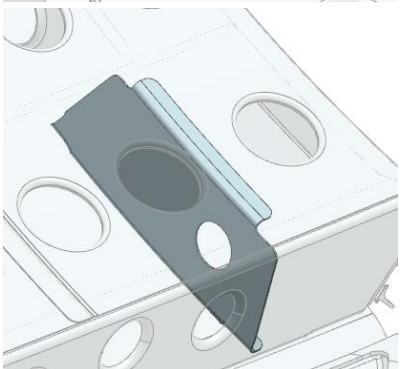
стенка

-74.05.0550.300.049 [1]



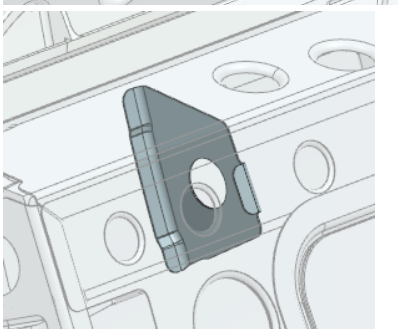
стенка

-74.05.0550.300.061



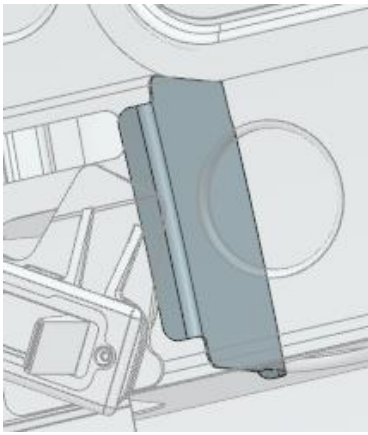
стенка

-74.05.0550.300.063 [1]



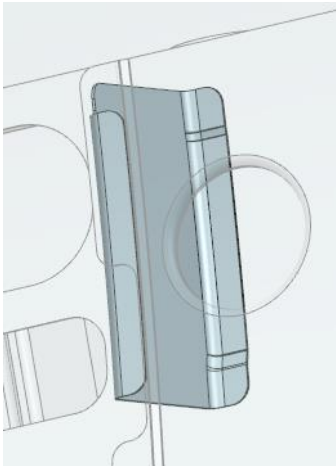
стенка

-74.05.0550.300.067



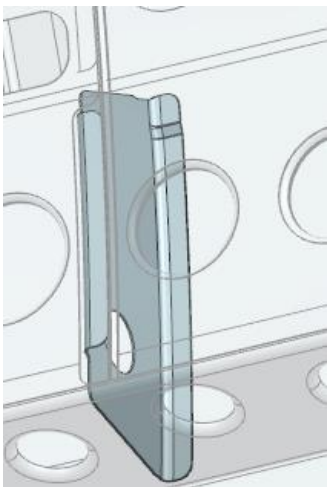
стенка

-74.05.0550.300.079 [1]



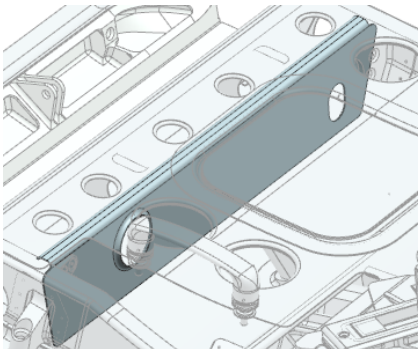
стенка

-74.05.0550.300.091



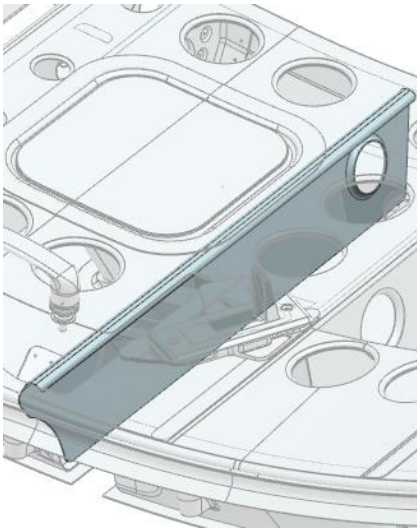
стенка

-74.05.0550.300.093



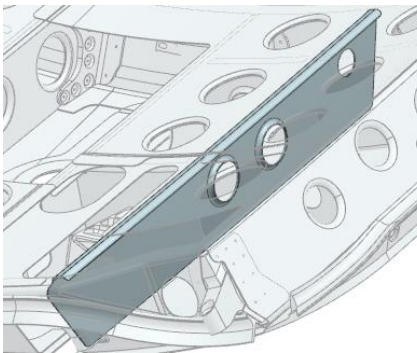
диафрагма

-74.05.0550.300.099



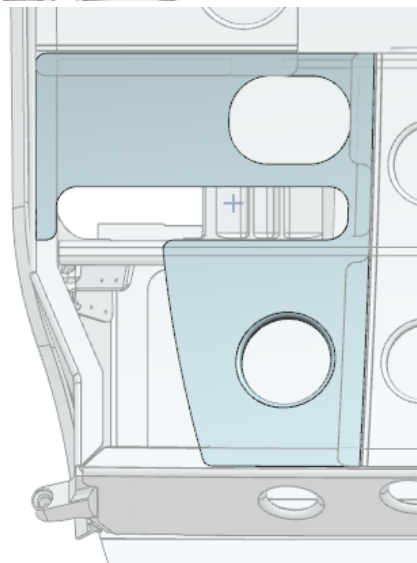
диафрагма

-74.05.0550.300.111



диафрагма

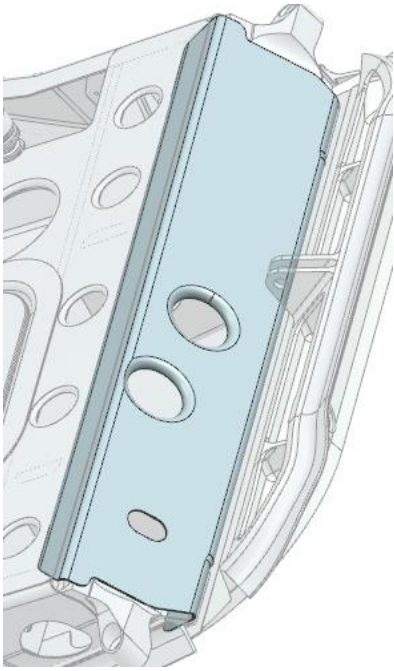
-74.05.0550.300.113



ЛИСТ

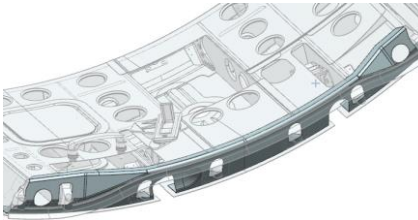
-74.05.0550.300.197





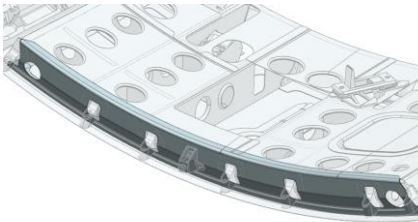
окантовка

-74.05.0550.300.225



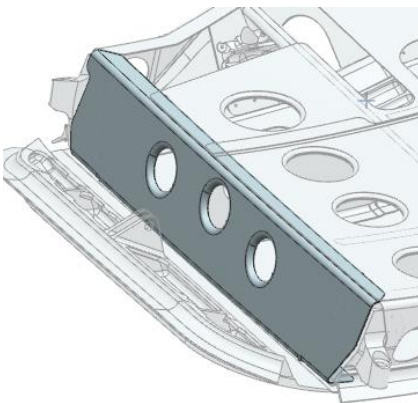
окантовка

-74.05.0550.300.323 [1]



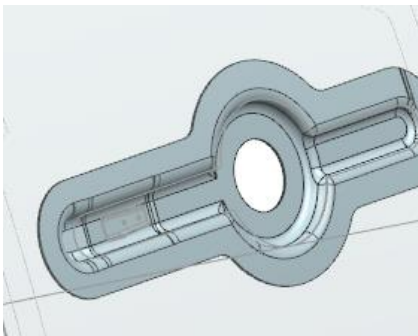
окантовка

-74.05.0550.300.325



окантовка

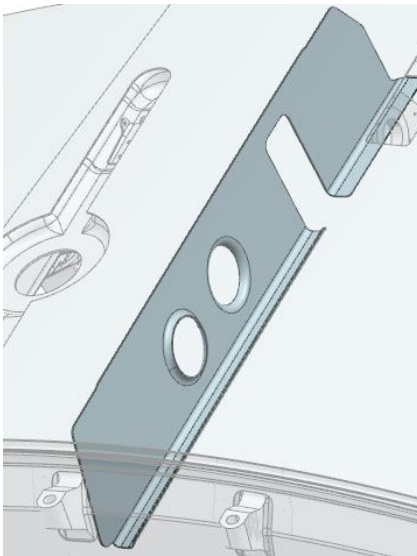
-74.05.0550.300.351 [1]



накладка

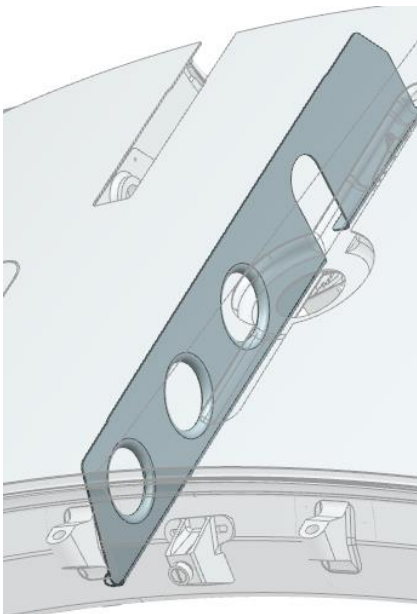
-74.05.0550.300.359





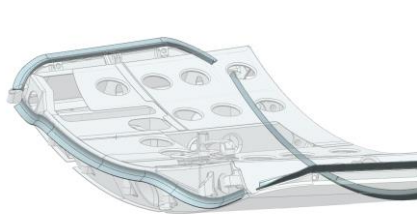
диафрагма

-74.05.0550.300.395 [1]



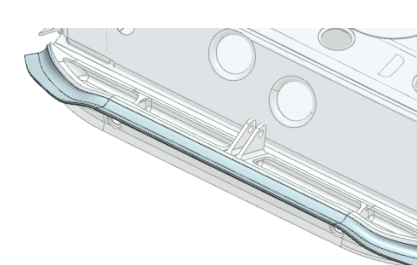
диафрагма

-74.05.0550.300.397 [1]



обечайки

-74.05.0550.303.000

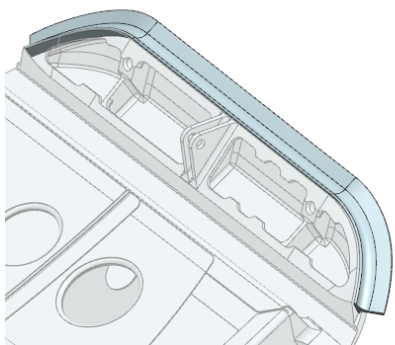


обечайка

-74.05.0550.303.007-alt1

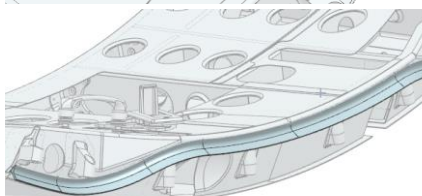
обечайка

-74.05.0550.303.007-alt2



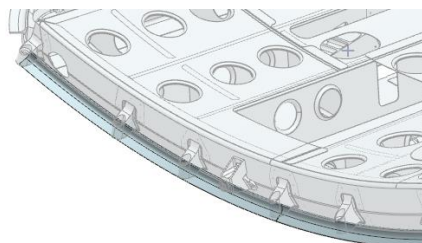
обечайка

-74.05.0550.303.007-alt3



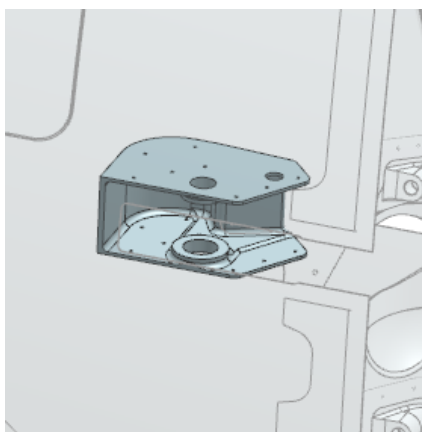
обечайка

-74.05.0550.303.007-alt4



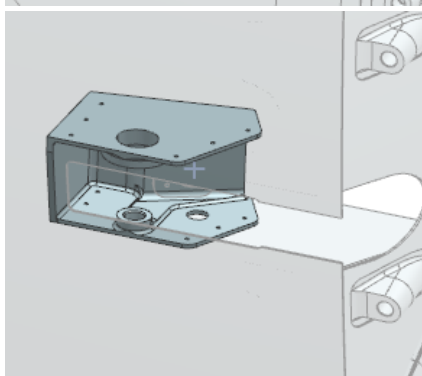
кронштейн

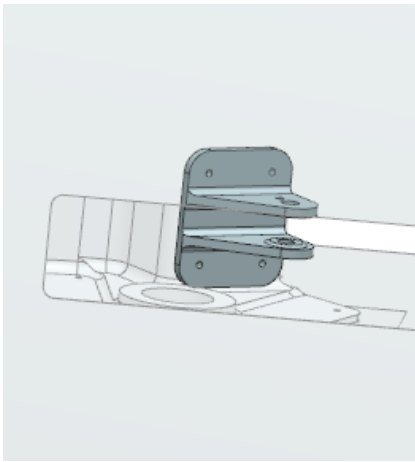
-74.05.0550.305.007



кронштейн

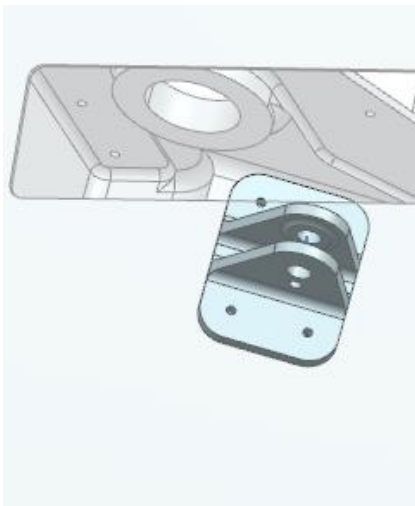
-74.05.0550.306.007





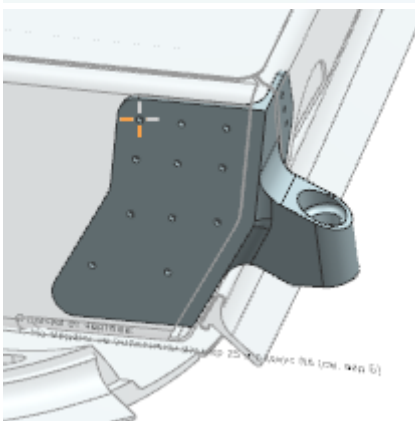
кронштейн

-74.05.0550.308.007



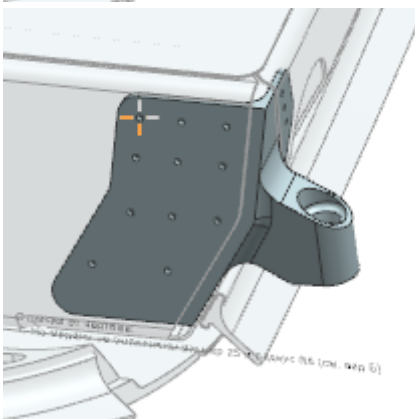
кронштейн

-74.05.0550.309.000 [1]



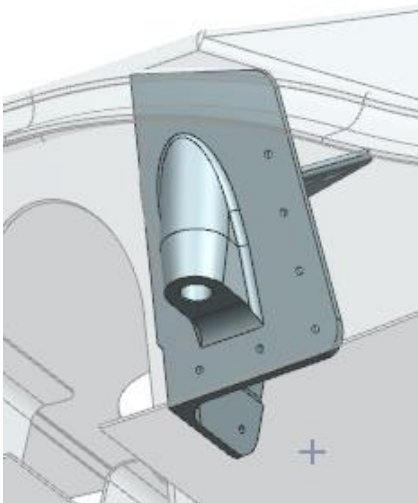
кронштейн

-74.05.0550.310.007 [1]



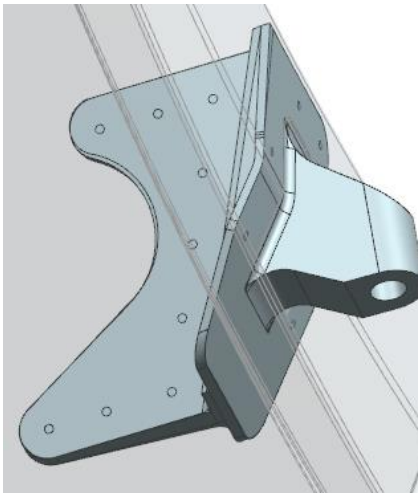
кронштейн

-74.05.0550.311.007 [1]



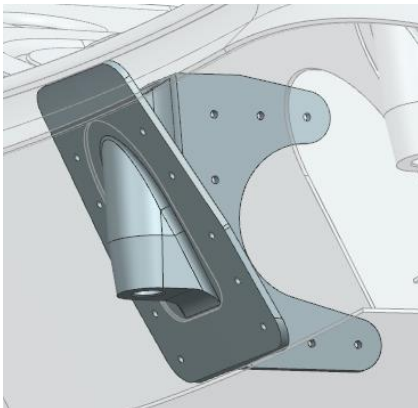
кронштейн

-74.05.0550.312.007 [1]



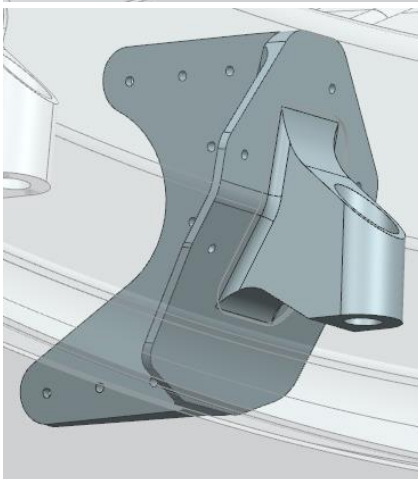
кронштейн

-74.05.0550.313.007 [1]



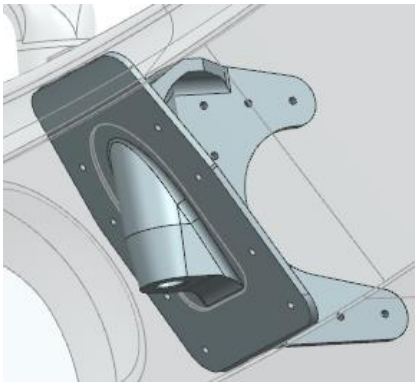
кронштейн

-74.05.0550.314.007 [1]



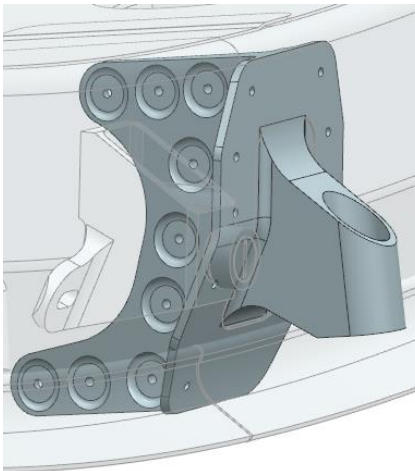
кронштейн

-74.05.0550.315.007 [1]



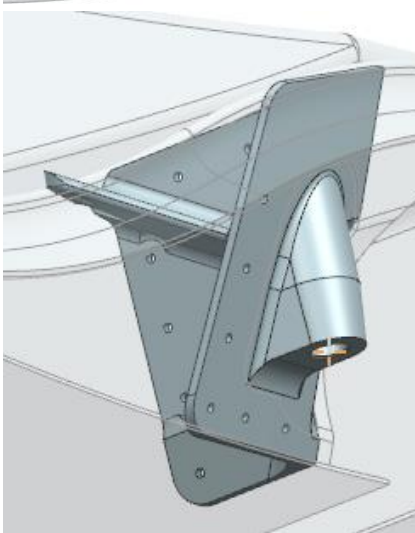
кронштейн

-74.05.0550.316.007 [1]



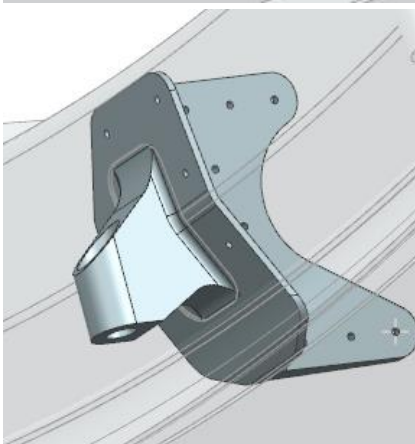
кронштейн

-74.05.0550.317.007 [1]



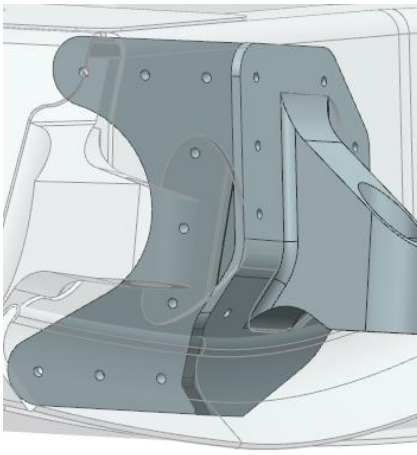
кронштейн

-74.05.0550.318.007 [1]



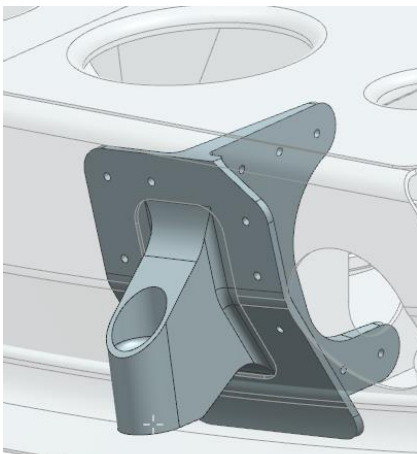
кронштейн

-74.05.0550.319.007 [1]



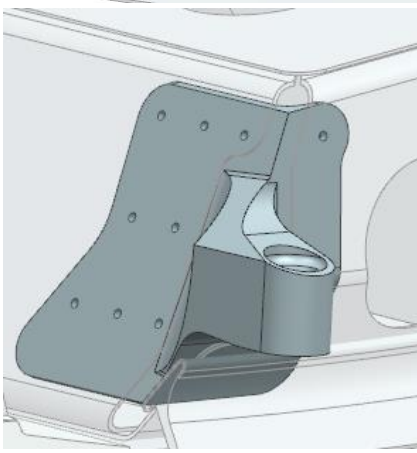
кронштейн

-74.05.0550.320.007 [1]



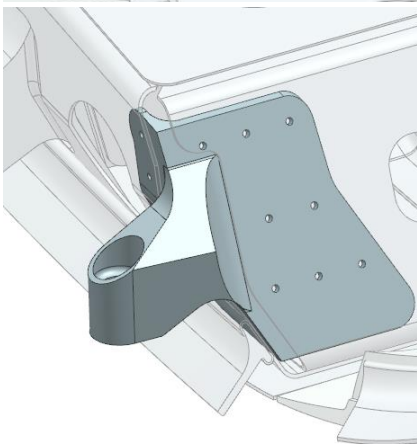
кронштейн

-74.05.0550.321.007 [1]



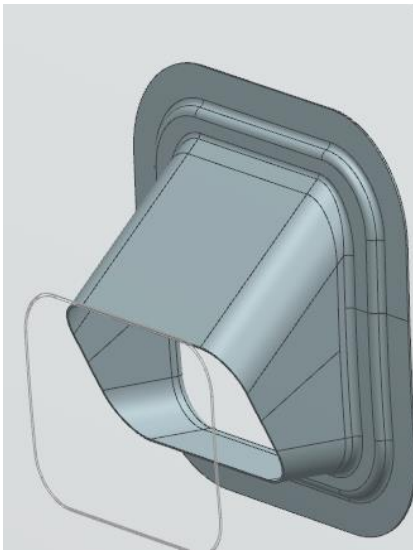
кронштейн

-74.05.0550.322.007 [1]



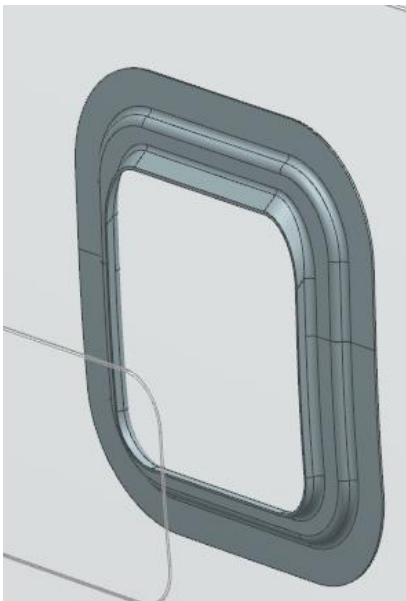
кронштейн

-74.05.0550.323.007 [1]



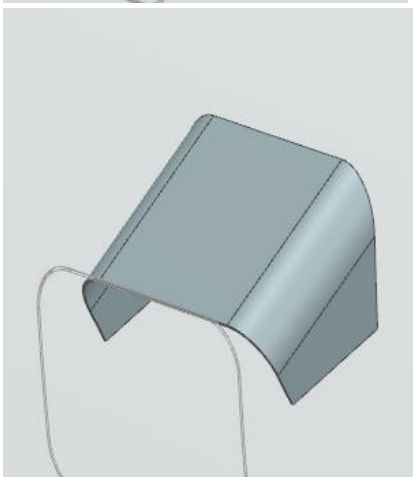
ЛЮК

-74.05.0550.325.000



основание

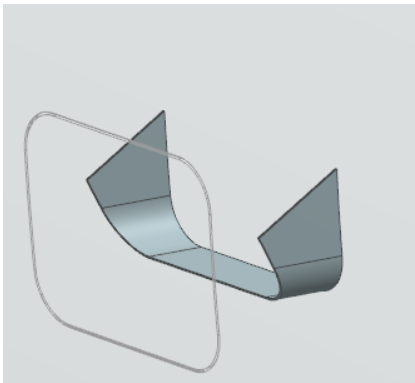
-74.05.0550.325.007



ЛИСТ

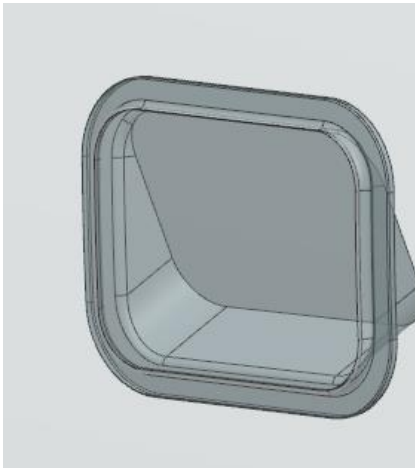
-74.05.0550.325.009





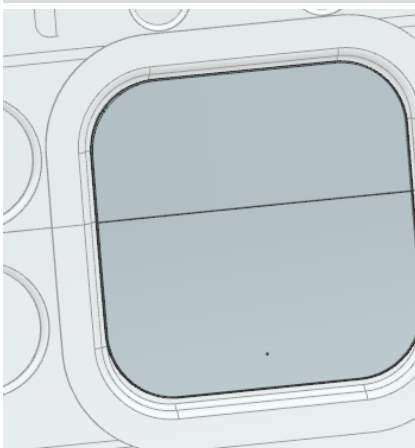
ЛИСТ

-74.05.0550.325.011



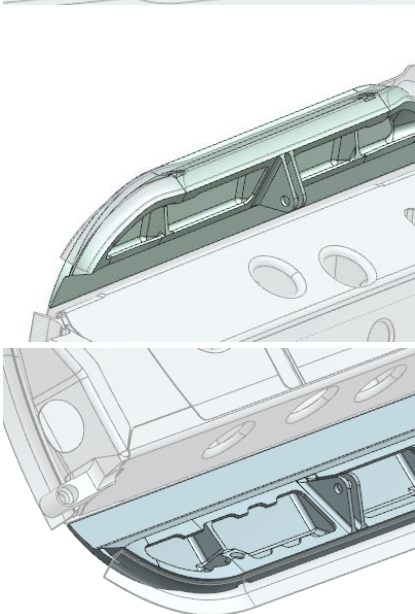
иллюминатор

-74.05.0550.327.000



стекло

-74.05.0550.328.000



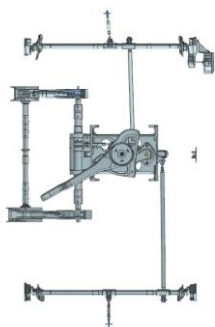
Клапан верхний

-74.05.0550.371.007

Клапан нижний

-74.05.0550.372.007





-74.05.0550.400.000

Таблица 2

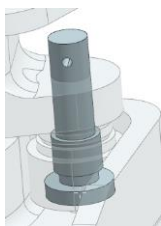
Позиция  
(группа  
позиций  
для  
типовых  
деталей)

Наименование

Имя файла (модели) x  
количество

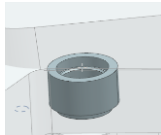
**Механизация**

**-74.05.0550.400.000**



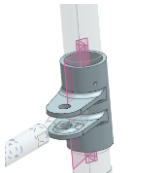
Вал

-74.05.0250.139.000 x 4



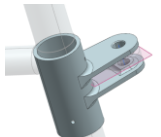
Втулка

-74.05.0250.140.000 x 4



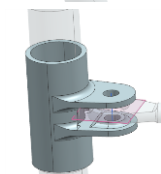
Кронштейн

-74.05.0250.141.007



Кронштейн

-74.05.0250.141.011 x 2



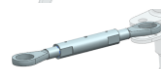
Кронштейн

-74.05.0250.141.015



Вал





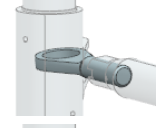
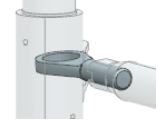
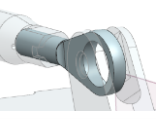
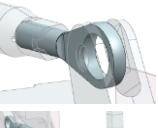

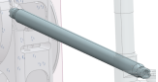

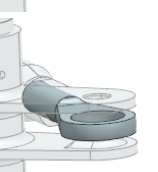
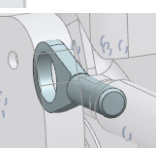
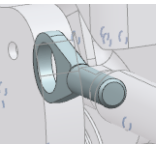
-74.05.0250.162.000

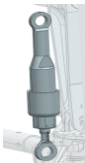
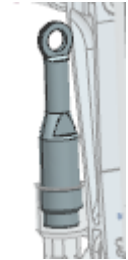
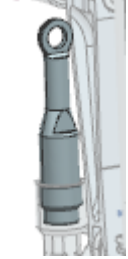
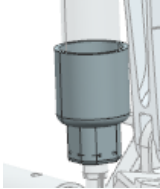

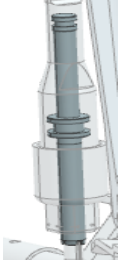
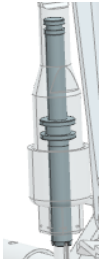
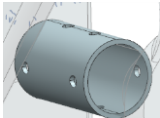



Тяга

-74.05.0250.192.007-alt1

	Вал	-74.05.0250.143.007
	Кронштейн	-74.05.0250.193.007
	Кронштейн	-74.05.0250.193.101
	Кронштейн	-74.05.0250.193.009
	Кронштейн	-74.05.0250.193.103
	Тяга	-74.05.0250.192.007-alt2
	Вал	-74.05.0250.143.007
	Кронштейн	-74.05.0250.193.007
	Кронштейн	-74.05.0250.193.101
	Кронштейн	-74.05.0250.193.009
	Кронштейн	-74.05.0250.193.103
	Тяга	-74.05.0250.192.019
	Вал	-74.05.0250.191.000
	Кронштейн	-74.05.0250.193.007
	Кронштейн	-74.05.0250.193.101

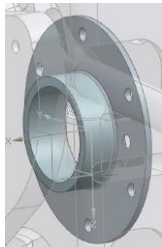
	Кронштейн	-74.05.0250.193.009
	Кронштейн	-74.05.0250.193.103
	Тяга	-74.05.0250.194.029
	Вал	-74.05.0250.146.025
	Кронштейн	-74.05.0250.193.007
	Кронштейн	-74.05.0250.193.101
	Кронштейн	-74.05.0250.193.009
	Кронштейн	-74.05.0250.193.103
	Тяга	-74.05.0250.194.035
	Вал	-74.05.0250.146.031
	Кронштейн	-74.05.0250.193.007
	Кронштейн	-74.05.0250.193.101
	Кронштейн	-74.05.0250.193.009
	Кронштейн	-74.05.0250.193.103

	Тяга	-74.05.0250.401.015
	Кронштейн	-74.05.0250.402.000
	Кронштейн	-74.05.0250.402.007
	Втулка	-74.05.0250.404.000
	Кронштейн	-74.05.0250.405.101
	Вал	-74.05.0250.410.001
	Вал	-74.05.0250.410.007
	Втулка	-74.05.0250.461.000 x 2
	Вал(скалка)	-74.05.0250.464.007

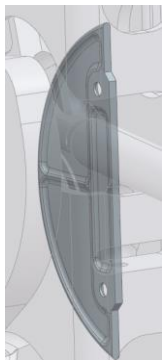
	Механизм открывания	-74.05.0250.500.009
	Кронштейн-вал	-74.05.0250.086.009
	Кронштейн- основание	-74.05.0250.205.103
	Кронштейн- стопор	-74.05.0250.238.009
	Механизм вращения	-74.05.0250.503.000
	Диск	-74.05.0250.506.009
	Рычаг	-74.05.0250.507.007
	Кронштейн	-74.05.0250.509.000
	Рычаг	-74.05.0250.513.007



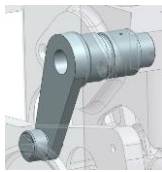
Кронштейн -74.05.0250.520.007 x 2



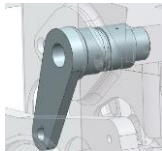
Диск -74.05.0250.521.000



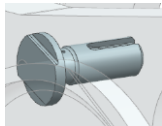
Кронштейн-диск -74.05.0250.522.000 x 2



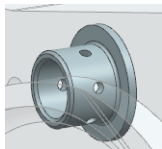
Оси вращения -74.05.0250.525.000 x 2



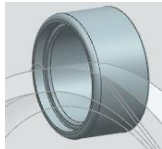
Ось -74.05.0250.525.007



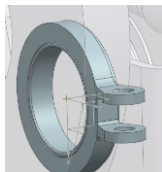
Вал -74.05.0250.526.000



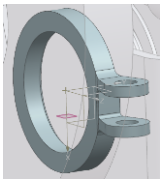
Втулка -74.05.0250.527.000



Втулка -74.05.0250.528.000

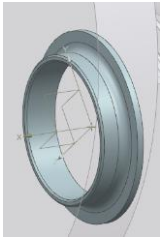


Диск -74.05.0250.530.000



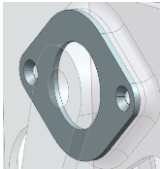
Вал-кронштейн

-74.05.0250.530.007



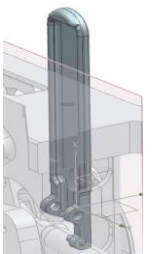
Втулка

-74.05.0250.531.000



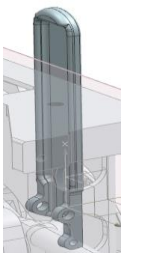
Кронштейн

-74.05.0250.532.000 x 2



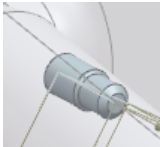
Кронштейн

-74.05.0250.536.000



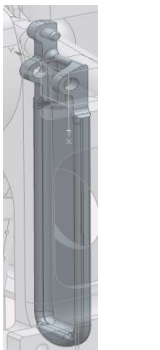
Кронштейн

-74.05.0250.536.007



Ось

-74.05.0250.537.000



Кронштейн

-74.05.0250.536.001

	Кронштейн	-74.05.0250.536.009
	Ось	-74.05.0250.537.000
	Вал кронштейн	-74.05.0250.539.007
	Ручка	-74.05.0250.650.011
	Вал	-74.05.0550.165.013 x 2
	Вал	-74.05.0550.166.003
	Стопор	-74.05.0550.186.000
	Кронштейн	-74.05.0550.411.007
	Кронштейн	-74.05.0550.412.007
	Кронштейн	-74.05.0550.413.007
	Кронштейн	-74.05.0550.414.007
	Стопор	-74.05.0550.416.000
	Кронштейн	-74.05.0550.417.000

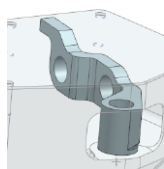


	Кронштейн	-74.05.0550.419.000
	Кронштейн	-74.05.0550.423.000
	Кронштейн	-74.05.0550.426.000
	Вал	-74.05.0550.428.000
	Вал	-74.05.0550.429.000
	Ось	-74.05.0550.437.007 x 4
	Кронштейн	-74.05.0550.448.000
	Кронштейн	-74.05.0550.448.007
	Накладка	-74.05.0550.448.009
	Кронштейн	-74.05.0550.449.000
	Кронштейн	-74.05.0550.449.007
	Накладка	-74.05.0550.449.009
	Кронштейн	-74.05.0550.450.000
	Кронштейн	-74.05.0550.450.007
	Накладка	-74.05.0550.450.009
	Кронштейн	-74.05.0550.451.000
	Кронштейн	-74.05.0550.451.007

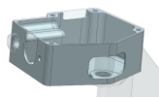
	Накладка	-74.05.0550.451.009
	Кронштейн	-74.05.0550.452.000
	Кронштейн	-74.05.0550.453.007
	Кронштейн	-74.05.0550.454.000
	Кронштейн	-74.05.0250.179.007
	Ось	-74.05.0351.181.000
	Кронштейн	-74.05.0550.455.007
	Кронштейн	-74.05.0550.456.000
	Кронштейн	-74.05.0550.457.007
	Вал	-74.05.0550.458.007
	Вал	-74.05.0550.458.009
	Вал	-74.05.0550.467.007

	Вал-кронштейн	-74.05.0550.470.000
	Кронштейн	-74.05.0550.488.000
	Ось	-74.05.0250.178.000
	Кронштейн	-74.05.0550.488.007
	Стопор	-74.05.0550.492.000
	Стопор	-74.05.0550.493.000 [2]
	Кронштейн	-74.05.0550.532.000
	Механизм поворота	-74.05.0550.535.000
	Вал-кронштейн	-74.05.0250.664.000
	Вал-ухо	-74.05.0250.666.007
	Кронштейн	-74.05.0550.527.000

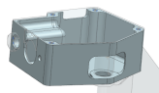
	Ось-вал	-74.05.0550.528.000
	Накладка	-74.05.0550.529.000
	Накладка	-74.05.0550.529.007
	Механизм вращения	-74.05.0550.530.000
	Вал	-74.05.0250.661.000
	Кронштейн	-74.05.0250.668.000
	Ось	-74.05.0250.671.000 x 2
	Вал	-74.05.0250.672.009
	Диск	-74.05.0250.673.009
	Втулка	-74.05.0250.6 -74.000
	Кронштейн	-74.05.0250.676.001



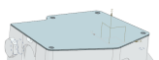
Кронштейн -74.05.0250.676.007



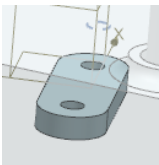
Кронштейн -74.05.0550.541.000



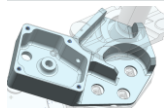
Коробка -74.05.0550.541.007



Крышка -74.05.0550.531.000



Кронштейн -74.05.0550.533.000



Кронштейн -74.05.0550.542.007

## **ГЛАВА 6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА 3D МОДЕЛИ СБОРОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ.**

Настоящая квалификационная работа подразумевает использование беззаливочного метода (применение кронштейнтов).

### **6.1. Проектирование и разработка 3D модели каркаса СП**

Каркас изготавливается из сваренных между собой швеллеров 18П. Форма рамы, включая ее асимметрию во всех направлениях, связана с геометрией агрегата.

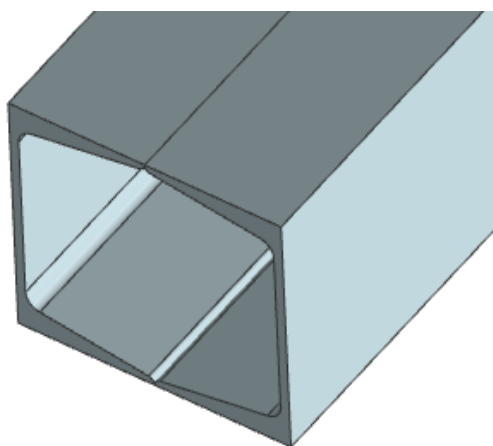


Рисунок 6.1.1 – Наглядный пример поперечного сечения каркаса СП

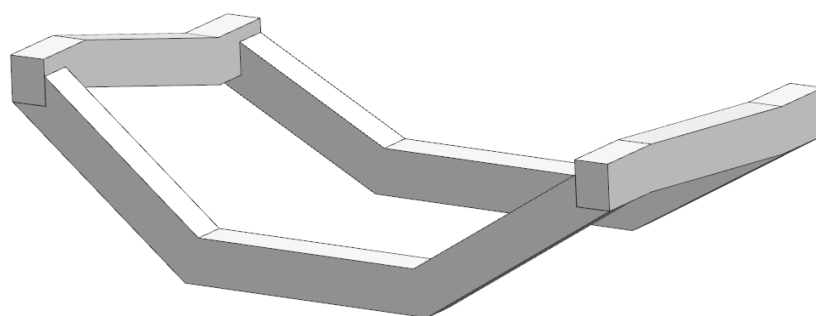
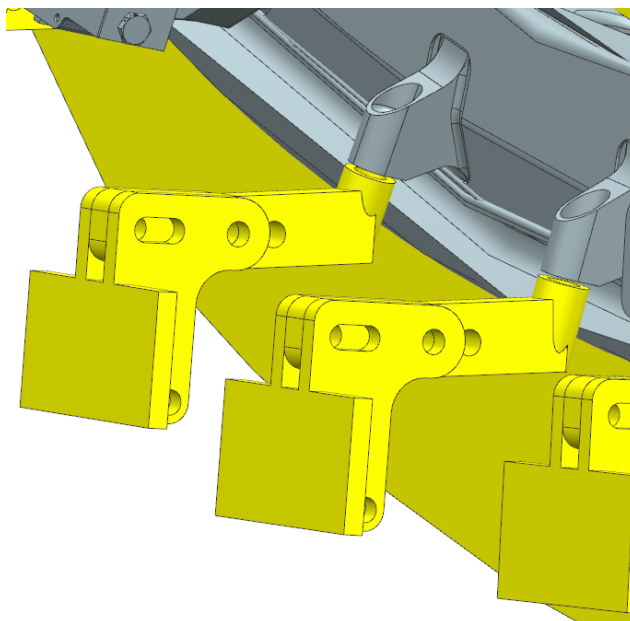
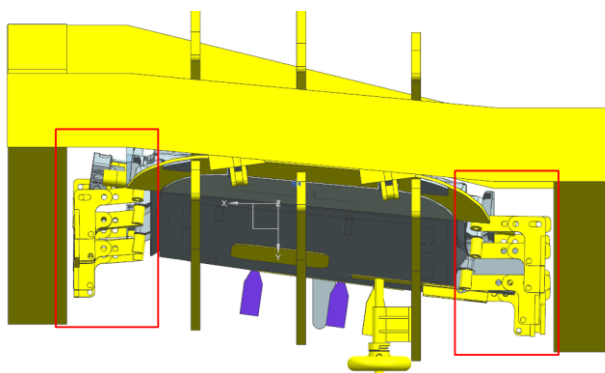


Рисунок 6.1.2 – Каркас СБ

В живом исполнении, стапель, как и нижеприведенные узлы фиксации двери выполнены с помощью заливочного метода, используя стаканы и вилки. Данная работа базируется на беззаливочном методе, поэтому по большей мере все элементы конструкции фиксируются на кронштейнах.



а



б

Рисунок 6.1.3 – Пример использования беззаливочного метода:  
а - узел фиксации двери; б -общий вид

Каркас сборочного приспособления устанавливается на поворотный механизм

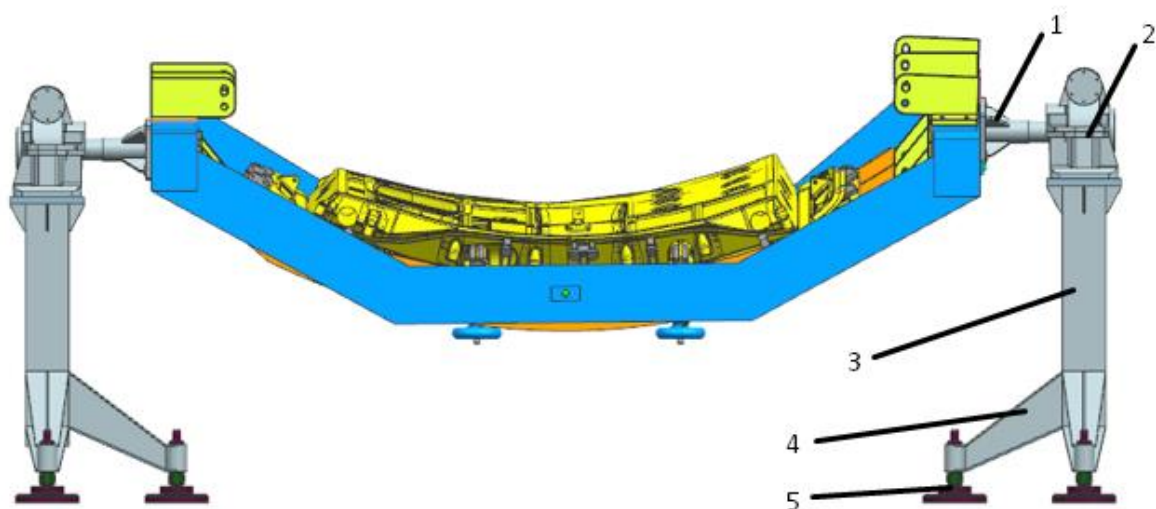


Рисунок 6.1.4 – Поворотный механизм сборочного приспособления двери: 1- цапфы; 2- редуктор; 3 – стойка; 4 – ножки; 5 – лапки.

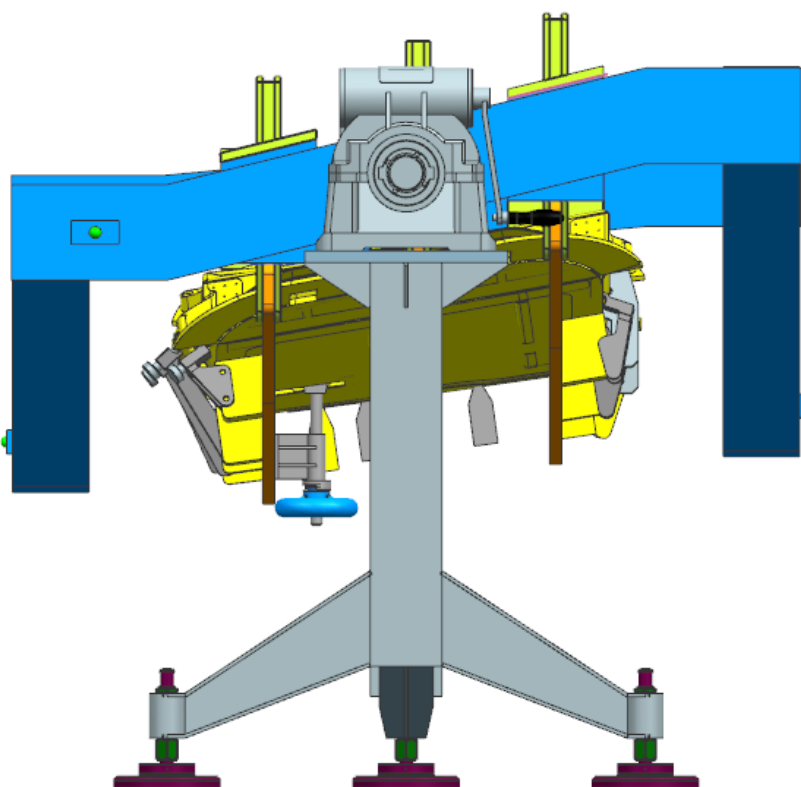


Рисунок 6.1.5 – Вид сбоку на каркас с поворотным механизмом



## 6.2 Проектирование и разработка 3D моделей базовых элементов СП

К базовым элементам относятся детали, которые играют роль базы. К ним относятся ложементы и упоры.

-Фиксатор окантовок

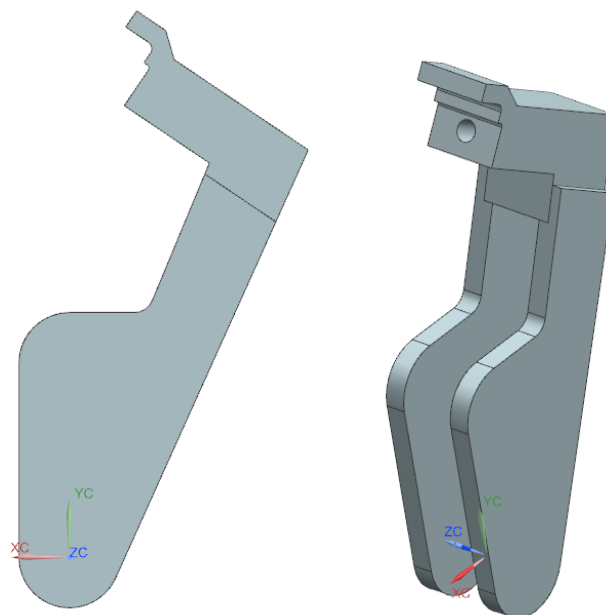


Рисунок 6.2.1 – Упор для фиксации окантовок

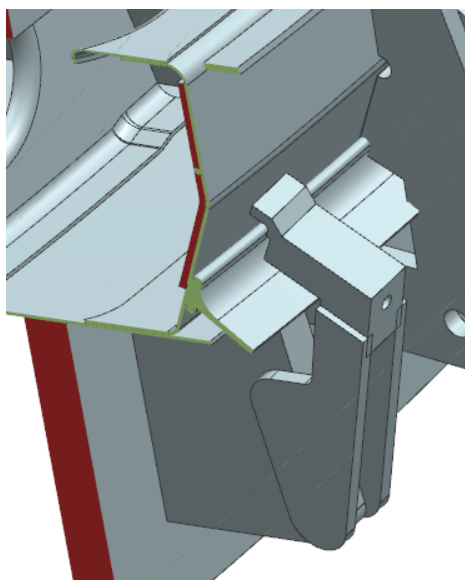


Рисунок 6.2.2 – Упор в работе

-Фиксатор обечаек



Рисунок 6.2.3 – Фиксатор обечаек

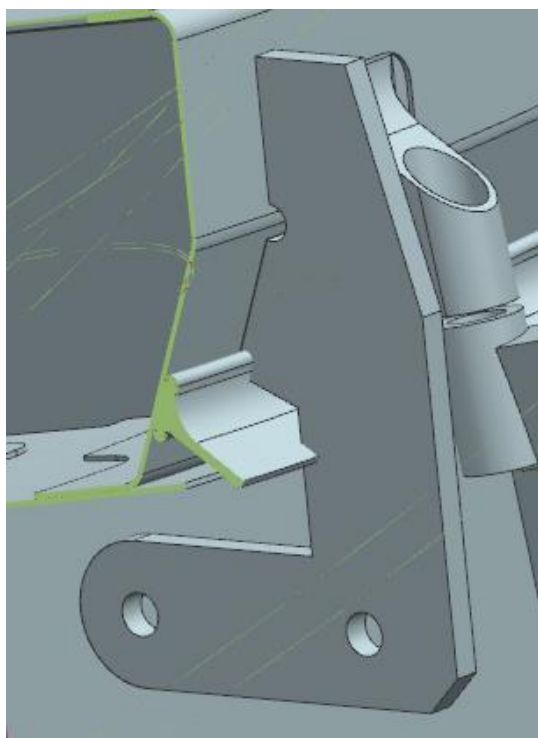


Рисунок 6.2.4 – Фиксатор обечаек в работе

## -Фиксатор кронштейнов двери

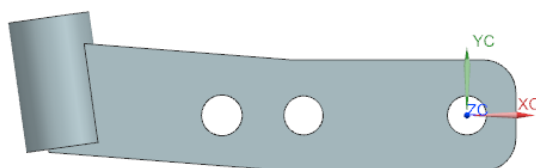


Рисунок 6.2.5 – Фиксатор кронштейнов двери

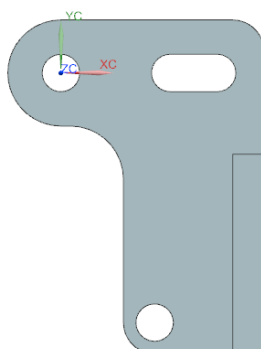


Рисунок 6.2.6 – Кронштейн для фиксатора

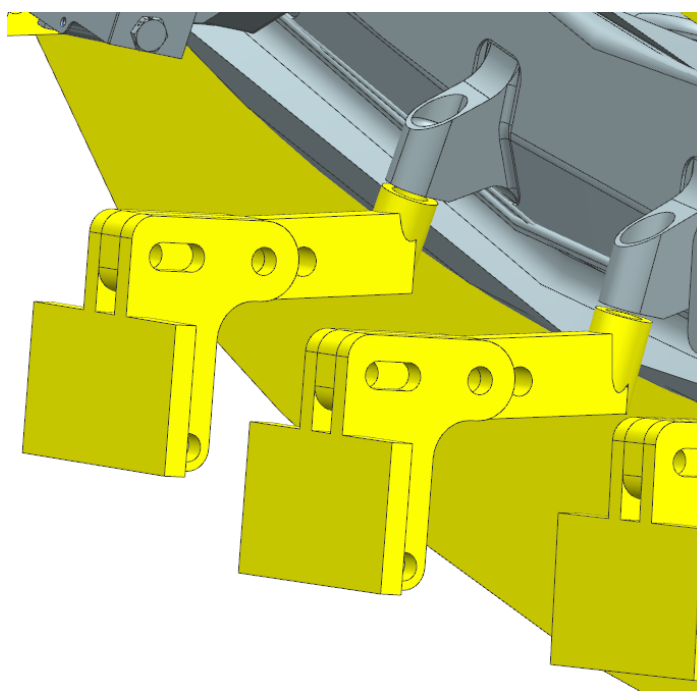


Рисунок 6.2.7 – Фиксатор кронштейнов двери в работе

## -Фиксация клапанов

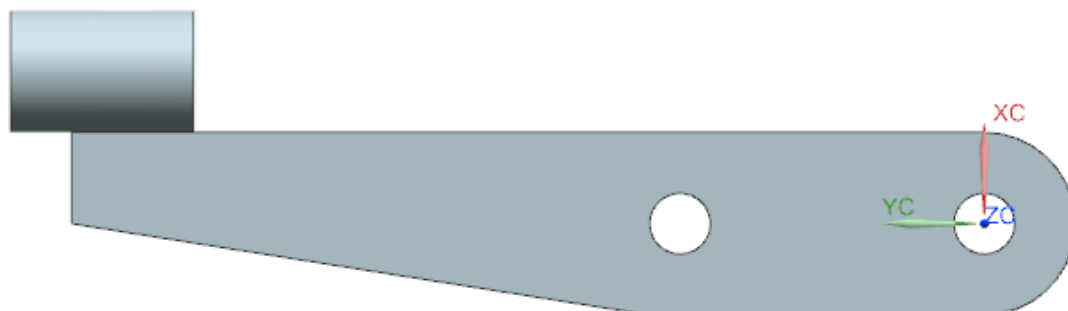


Рисунок 6.2.8 – Упор для фиксации клапанов

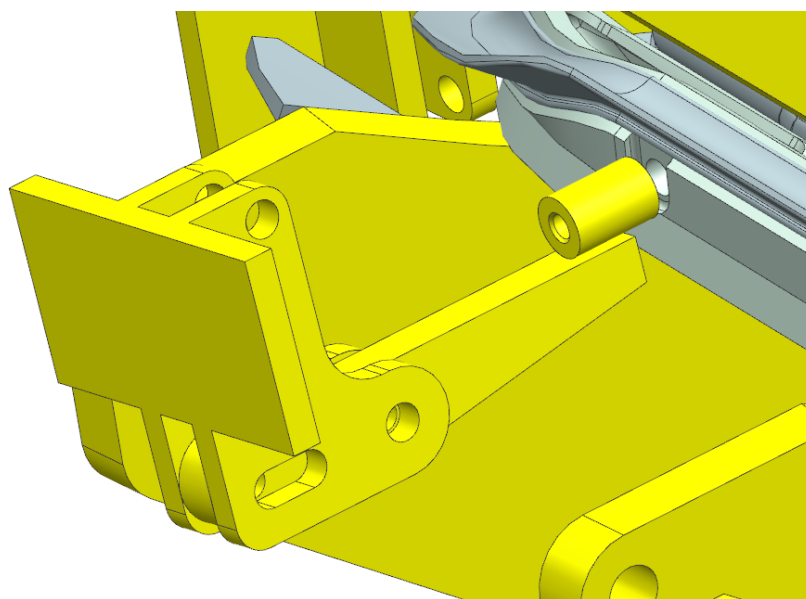


Рисунок 6.2.9 – Фиксация клапанов в работе

## 6.3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА 3D МОДЕЛЕЙ ЗАЖИМНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СП

К зажимным элементам относятся следующие элементы:

- Винт для установки механизма стопорения двери

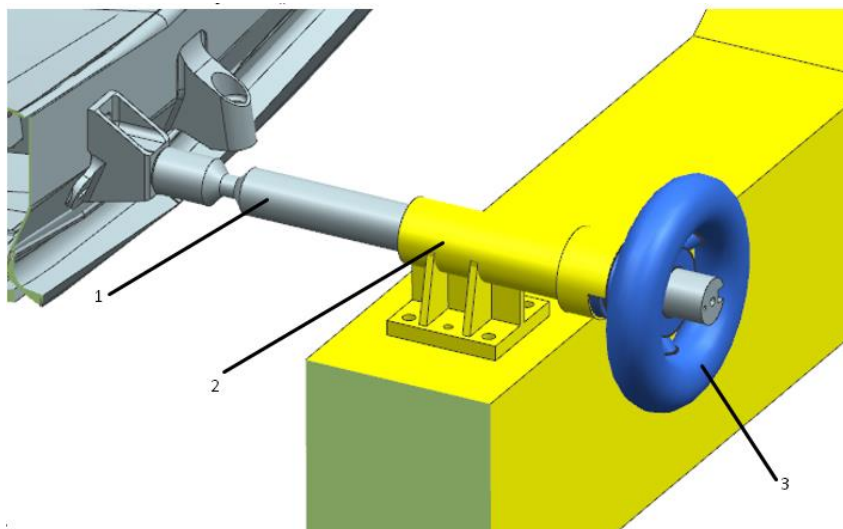


Рисунок 6.3.1 – Зажимной элемент: 1-винт; 2-кронштейн; 3-маховик

- Упоры для фиксации диафрагм двери

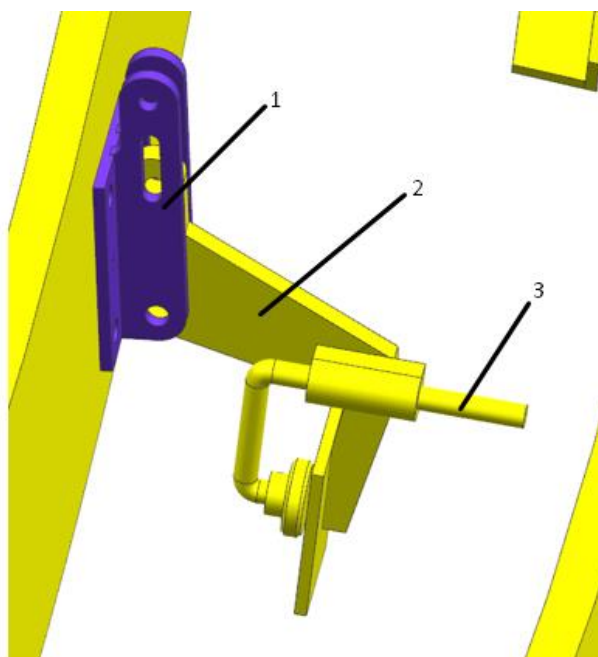


Рисунок 6.3.2 – Фиксация диафрагм двери (диафрагма условно не показана): 1-кронштейн; 2 – упор; 3 - прижим

## **ГЛАВА 7 МОНТАЖ СБОРОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ**

### **7.1 Обоснование метода монтажа СП, проектирование и разработка 3D моделей установочных элементов**

В настоящей работе использовался метод монтажа с помощью лазерных и оптических систем. Монтаж сборочного приспособления будет производиться с помощью лазерного трекера (Рисунок 7.1.1).

Лазерный трекер — измерительный прибор, в основе работы которого лежит принцип слежения за отражателем с помощью луча лазера для точного измерения и обследования свойств объекта в трехмерном пространстве с целью создания прототипов изделий, оптимизации процессов и решения имеющихся задач.

**Точность** современных лазерных трекеров Leica составляет порядка **0,02 мм** на расстояниях до нескольких метров.

**Возможности лазерных трекеров:** измерять геометрические примитивы (точки, окружности, плоскости, конусы, цилиндры и т.д.) измерять расстояния измерять углы измерять отклонения формы измерять взаимное расположение между объектами выполнять контроль криволинейных поверхностей методом сравнения с CAD моделью контролировать линейно-угловые размеры между измеренными элементами и производить анализ их взаимного расположения (непараллельность, неплоскостность и т.д.)

#### **Области применения**

- Контроль геометрии крупногабаритных изделий
- Сборка крупногабаритных изделий
- Контроль сложных криволинейных поверхностей
- Настройка стапелей, сборочных линий, сварочных кондукторов

**Особенностью трекеров является мобильность.** Трекер упаковывается в кейсы и легко транспортируется в любое место для

проведения измерений. Использование магнитной плиты и треноги позволяет быстро и надёжно устанавливать лазерный трекер вблизи измеряемого объекта. Температурные датчики постоянно следят за окружающей обстановкой и вносят корректировку в результат замеров.

### **Принцип работы лазерного трекера**

Принцип работы лазерного трекера состоит в измерении горизонтального и вертикального углов и расстояния до снимаемого объекта. Трекер посылает лазерный луч к световозвращающему отражателю, который приводится в соприкосновение с поверхностью измеряемого объекта. Луч, отражённый от цели, возвращается по тому же пути и принимается трекером в той самой точке, откуда он был испущен.

Углов, полученных от энкодеров (датчиков углов поворота трекера) и расстояния от измерителя расстояний (интерферометра IFM или измерителя рабочих расстояний ADM) достаточно для точного определения положения центра уголкового отражателя. Поскольку центр отражателя находится всегда на фиксированном расстоянии от измеряемой поверхности, координаты (X, Y, Z, например) измеряемых точек или поверхностей легко вычисляются. Координаты можно получать как в статическом режиме, так и в динамике.

Одним из **отличительных признаков** трекера является автоматическое управление угловыми координатами испускаемого луча. Трекер направляет луч в нужном направлении посредством поворота механических осей. Во многих приложениях трекер должен удерживать луч в центре передвигающегося отражателя.

Если необходимо получить геометрические данные объектов с высокой точностью в условиях, когда температура и влажность быстро меняются, то лазерный трекер – это самый точный прибор для измерения больших объемов данных среди всех, представленных на рынке.



Рисунок 7.1.1 - Лазерный трекер Leica Absolute Tracker AT960



## 7.2 ОПИСАНИЕ МОНТАЖА СП

**Упрощенная схема измерений:** Прибор устанавливается непосредственно у измеряемого объекта. В течение 30 минут производится самоинициализация прибора. После этого система готова к измерениям. Измерения производятся на стандартный призмный отражатель (Рисунок 7.1.2). Первоначально отражатель устанавливается на штатное место на корпусе лазерного трекера. Производится захват визирной цели. Оператор последовательно помещает визирную цель на контролируемые точки на объекте. Производится автоматическое слежение за целью и, при необходимости, запись ее текущих координат в базу данных управляющей программы – при потере цели (вследствие прерывания луча лазерного интерферометра) измерение может быть продолжено либо со штатного места на корпусе трекера, либо с контролируемой точкой с известными (измеренными) координатами.



Рисунок 7.1.2 - Отражатель

Для правильной установки рамы сборочного приспособления двери, на каркас устанавливаются площадки под отражатели, которые в свою очередь играют роль начала отсчета координат для самого трекера.

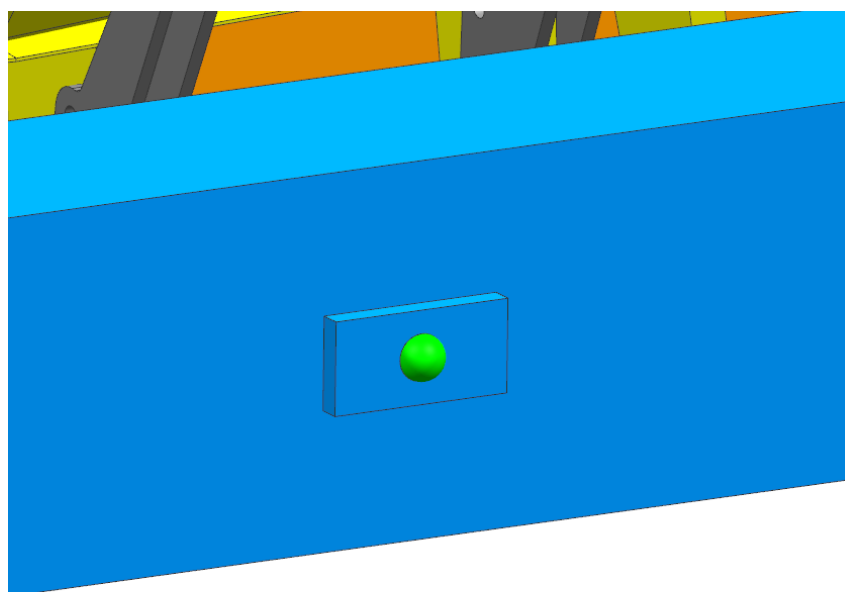


Рисунок 7.1.3 – Площадка под отражатель трекера

Трекер устанавливается перед стапелем, развернутым к нормали каркаса стапеля на 15 градусов.

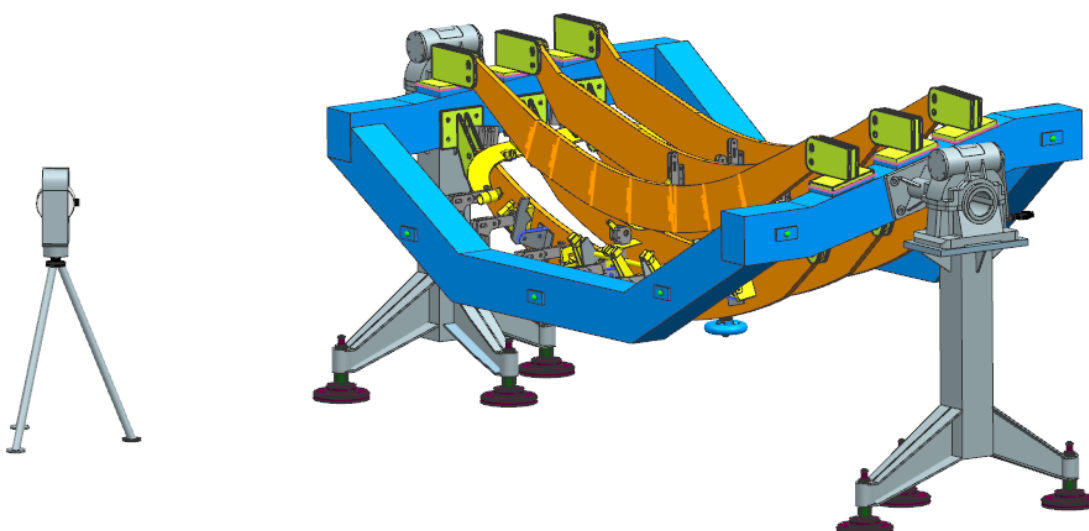


Рисунок 7.1.4 – Положение трекера

Ниже приведена схема монтажа сборочного приспособления двери с помощью лазерного трекера (Рисунок 7.1.5). Так как стапель имеет поворотный механизм, определить положение точек будет намного проще.

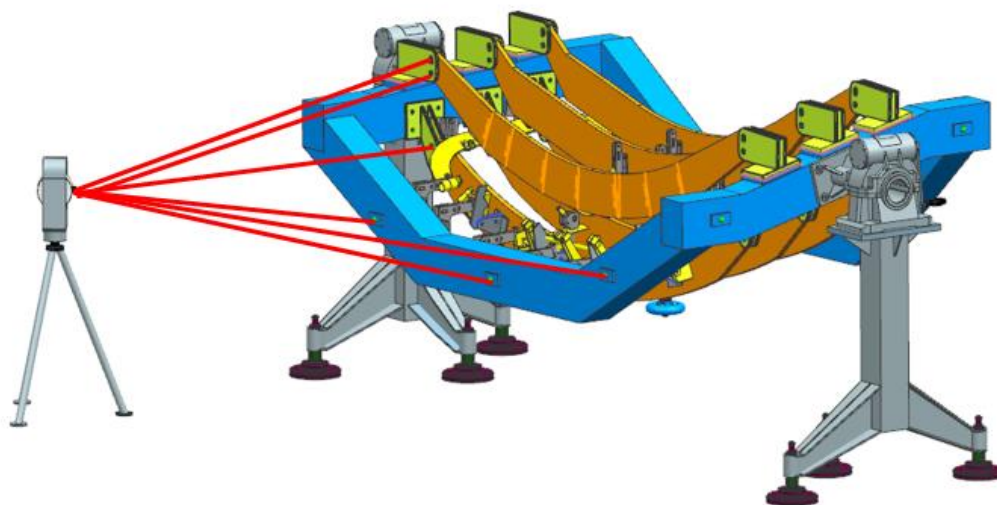


Рисунок 7.1.5 – Монтаж сборочного приспособления с помощью трекера

## **ГЛАВА 8 РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКТА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ**

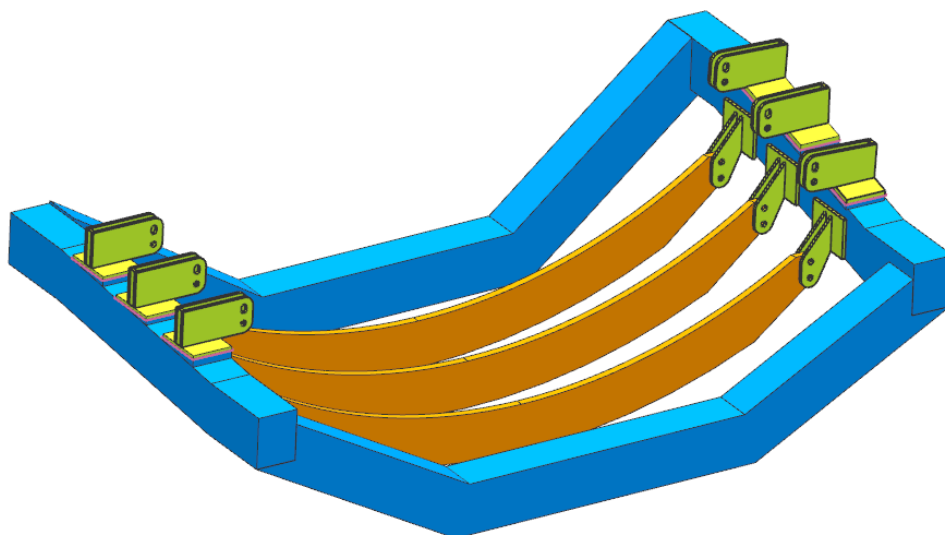
### **8.1 Разработка комплекта чертежей сборочного приспособления**

Комплект конструкторской документации сборочного приспособления, включающий в себя сборочный чертеж, чертеж под сборки, а также типовой чертеж детали, включен в приложение № 1.

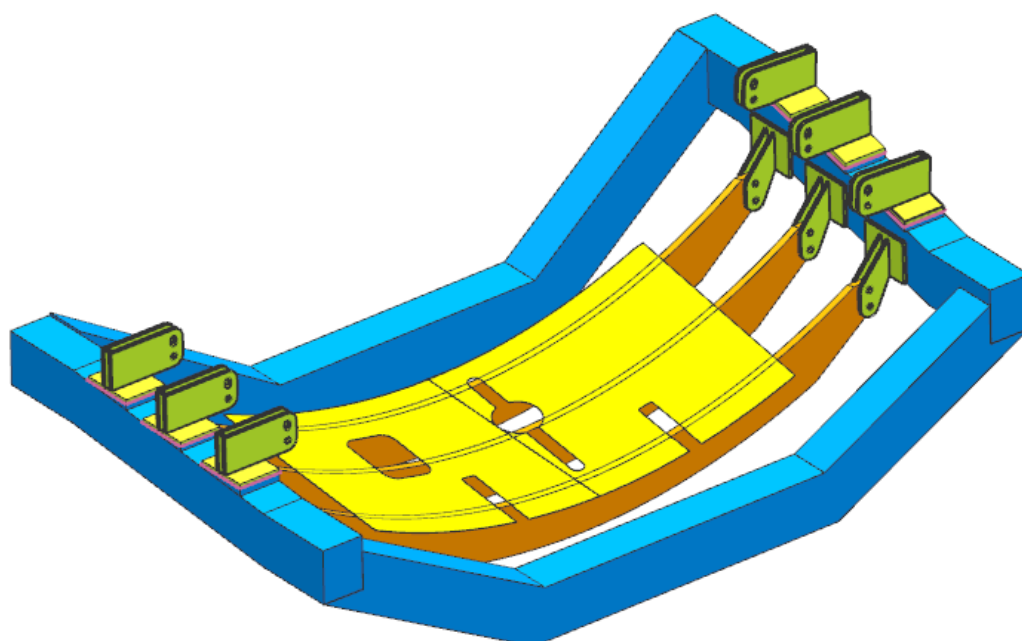
## ГЛАВА 9 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ СЕ

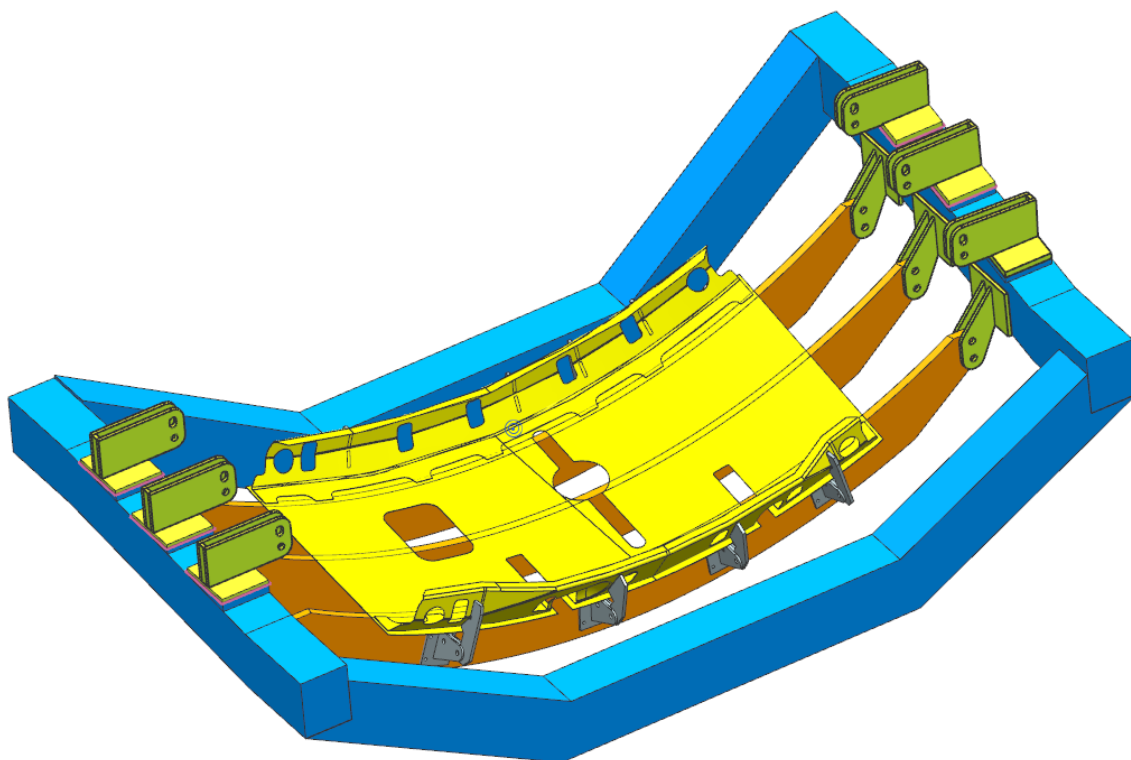
### 9.1 Технологический процесс сборки

- 001 Подготовка приспособления к сборке задней служебной двери Ф-5

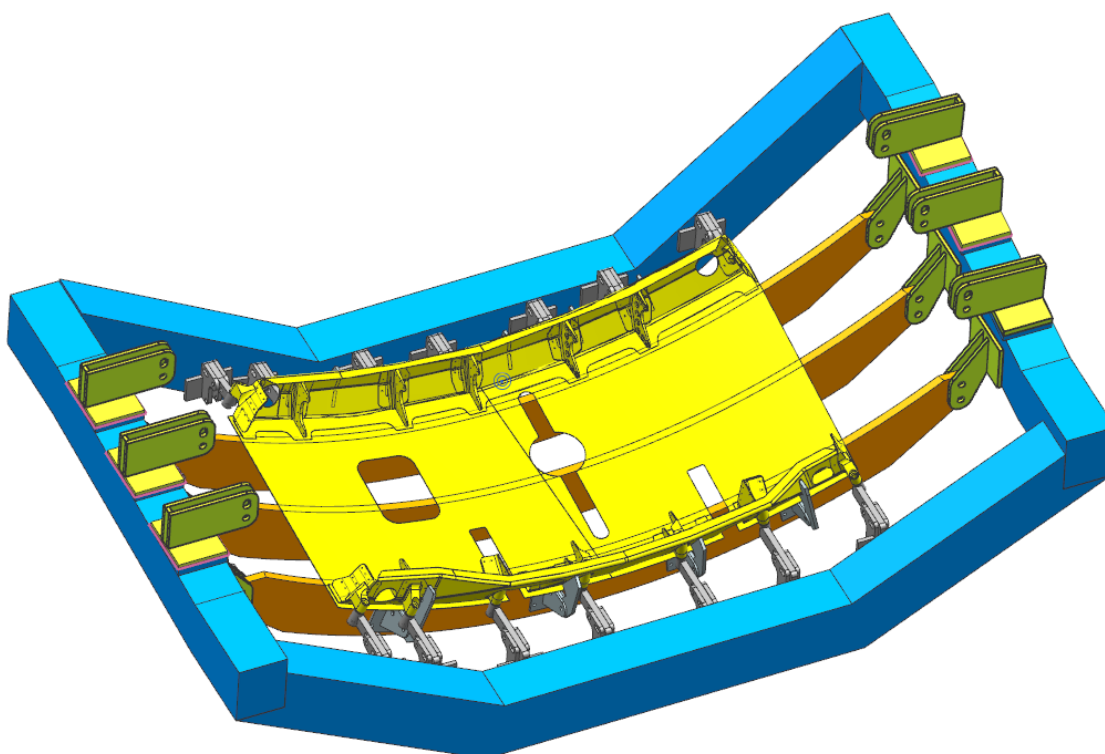


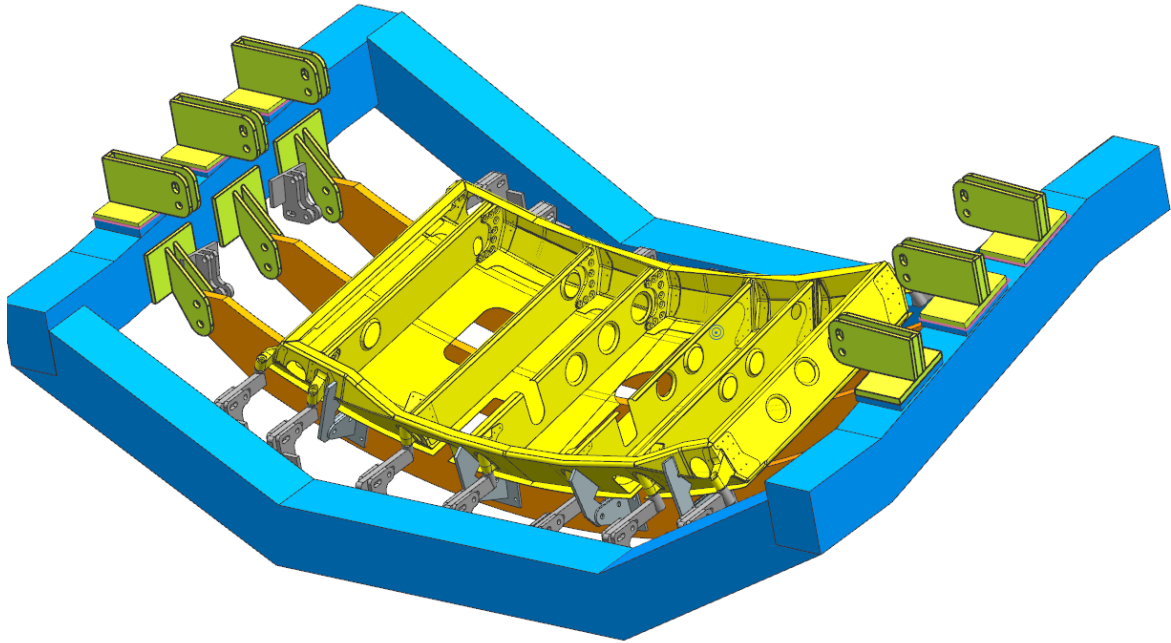
- 005 Установка наружной обшивки двери и продольных балок



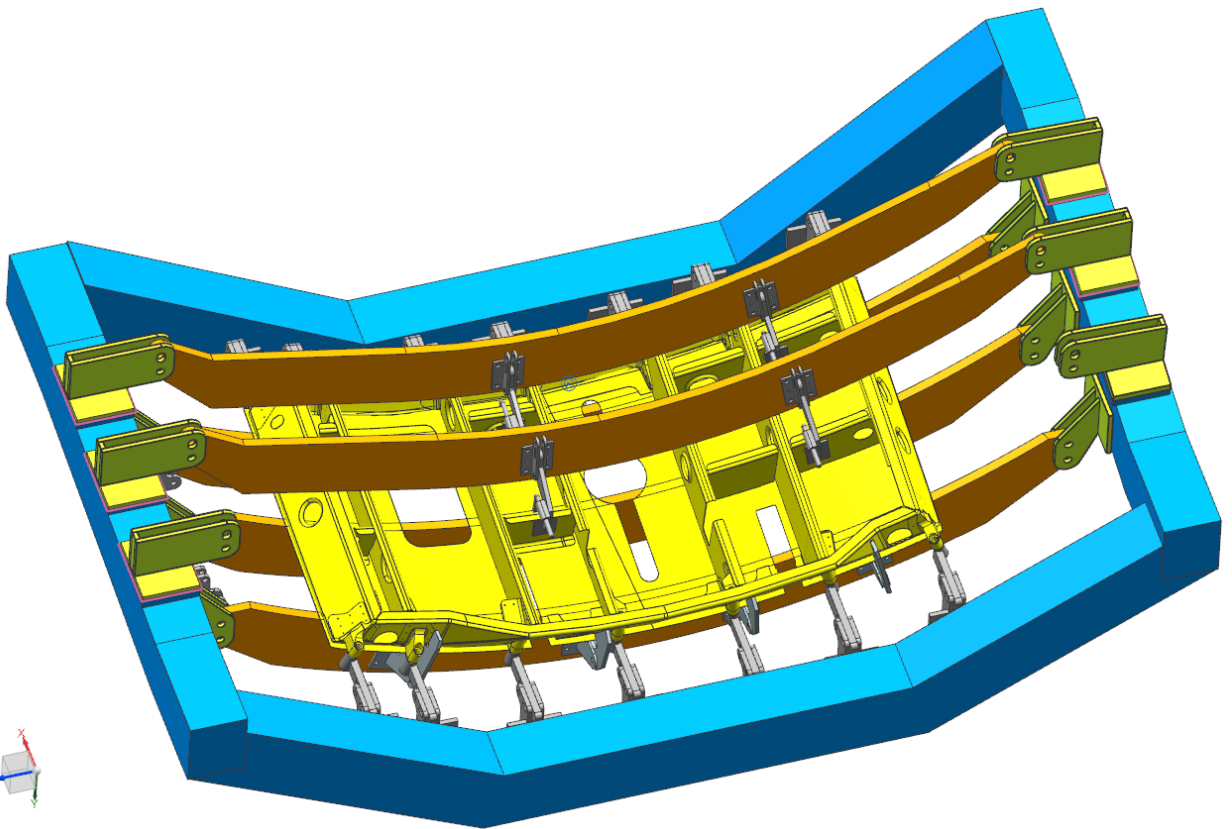


- 015 Установка поперечных балок.
- 025 Установка диафрагм.



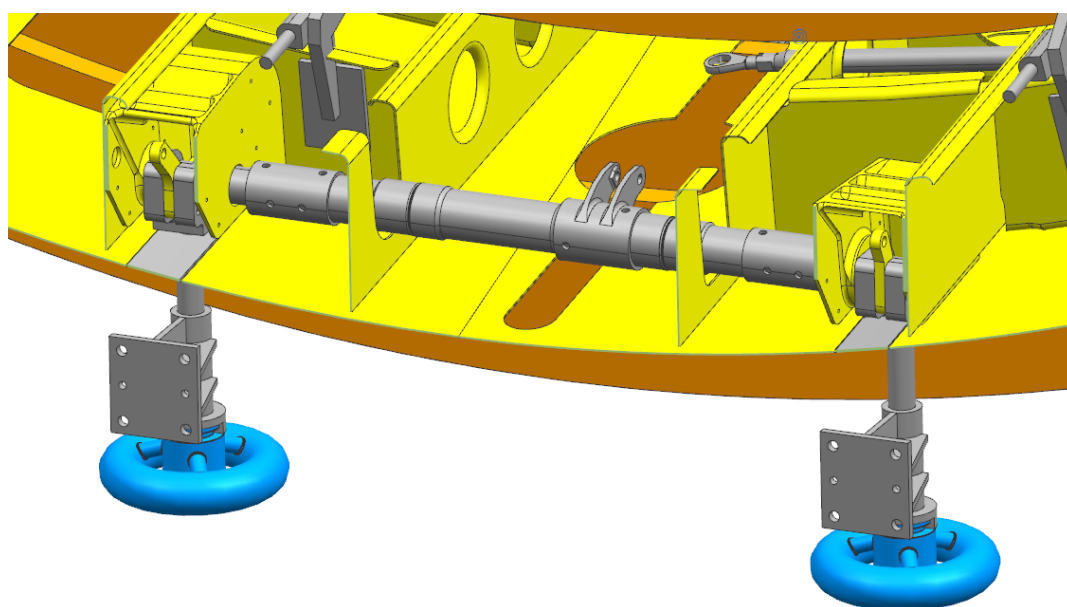
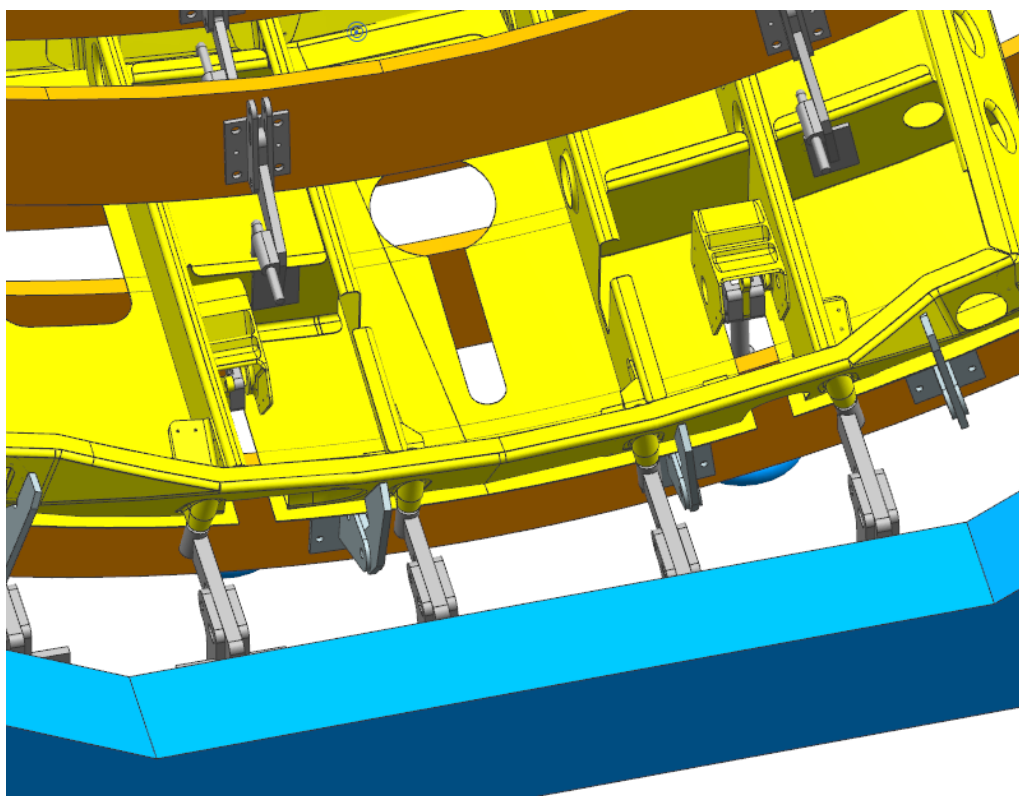


035 Установка на тех. крепеж продольных балок,  
поперечных стенок.



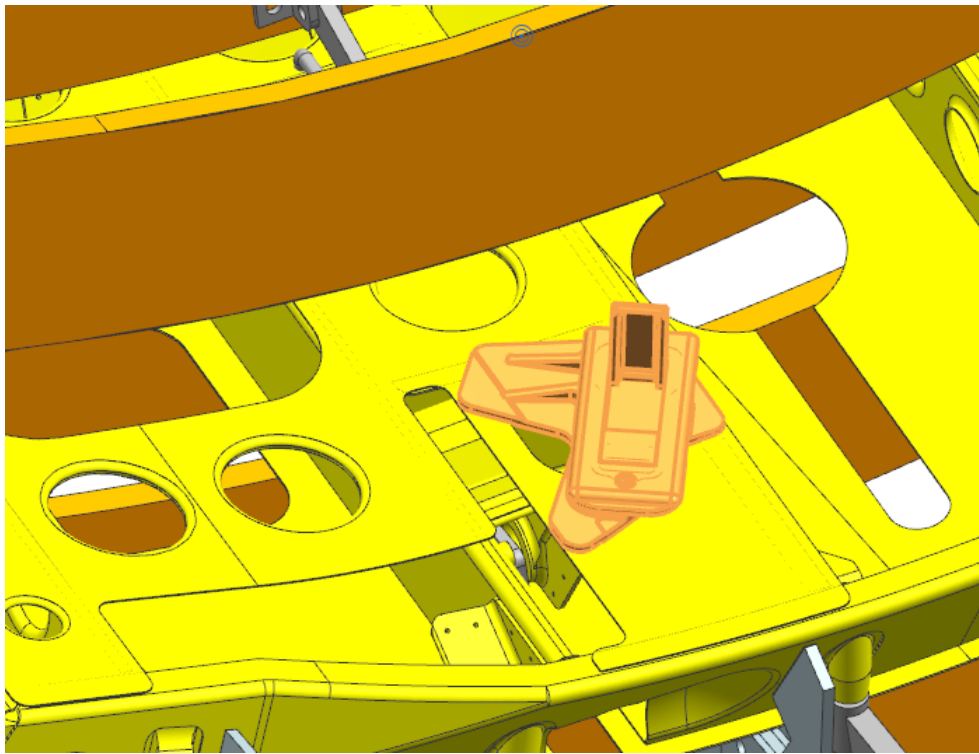
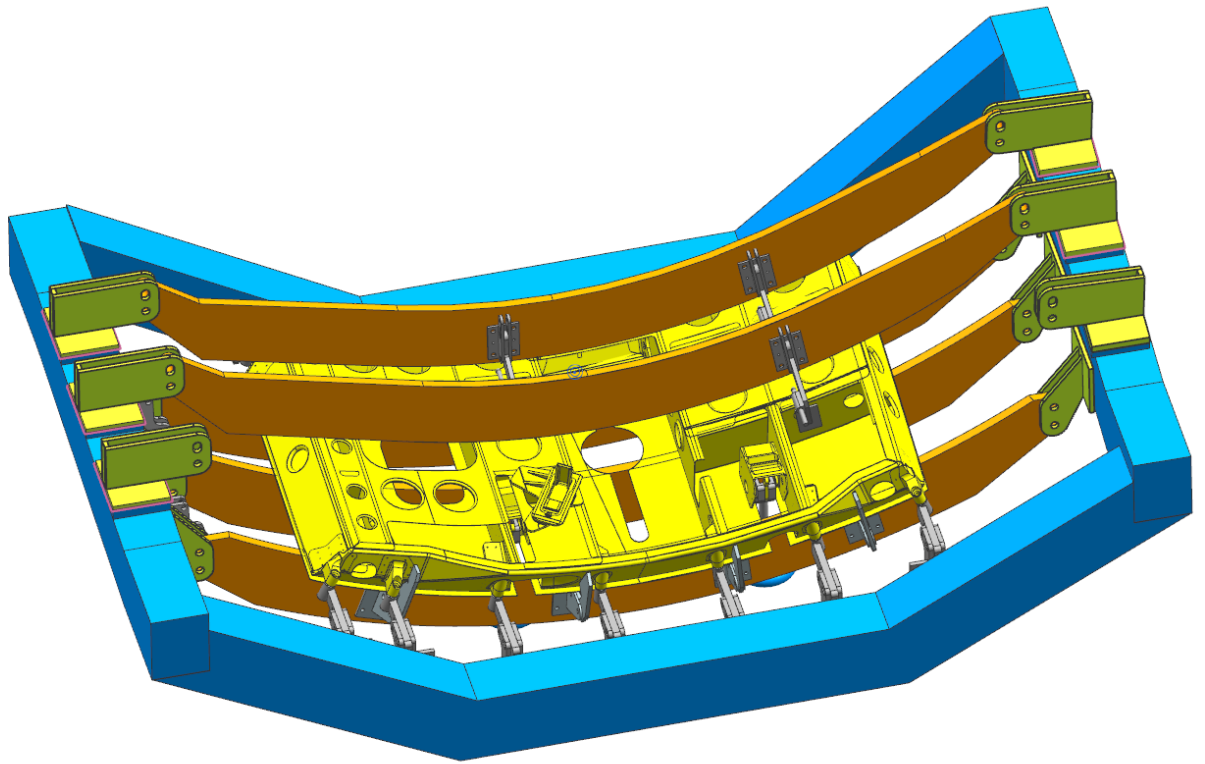
045 Установка кронштейнов навески  
74.05.0550.305.000, 74.05.0550.306.000  
на тех крепеж



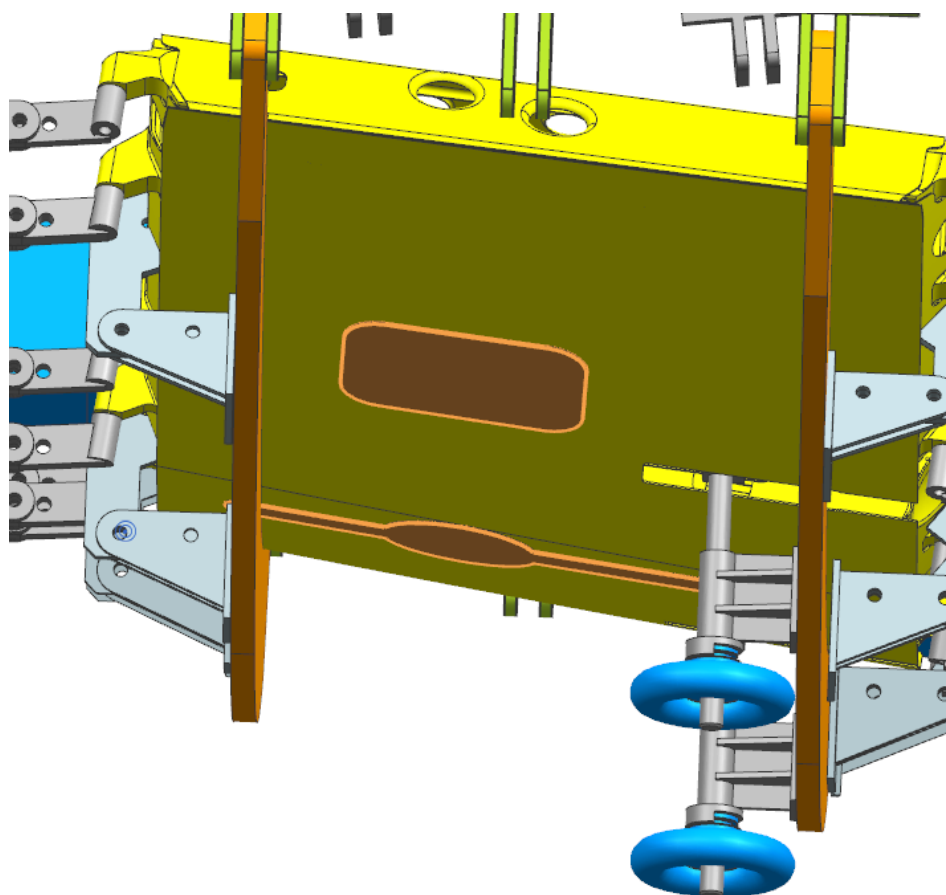


055 Сборка механизма стопорения двери.

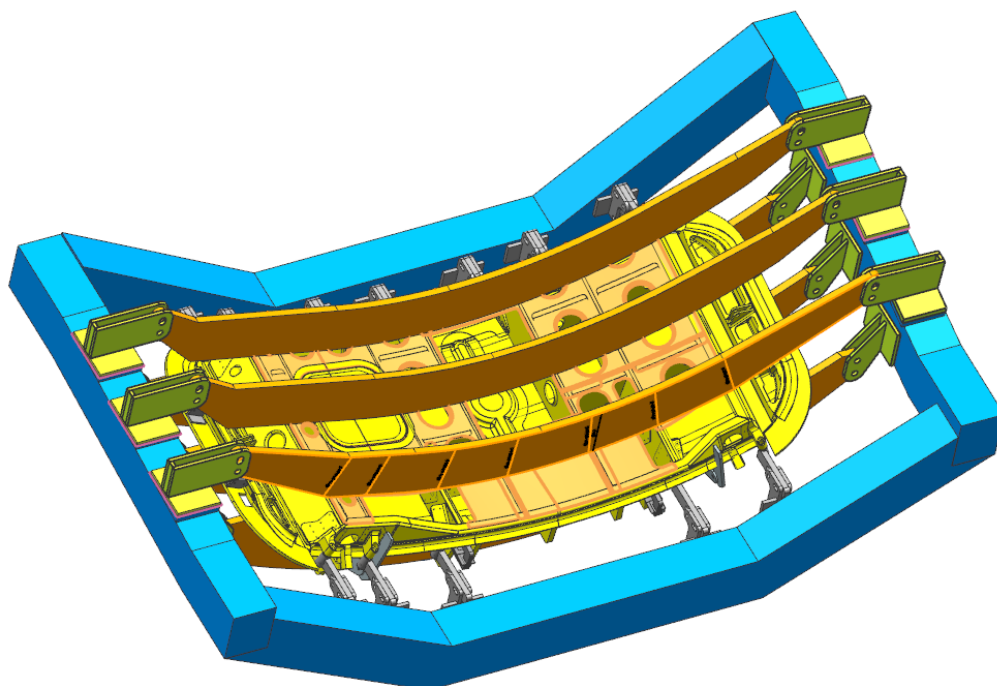




065 Установка блока рукояток 74.05.0250.500.009  
на тех. крепеж

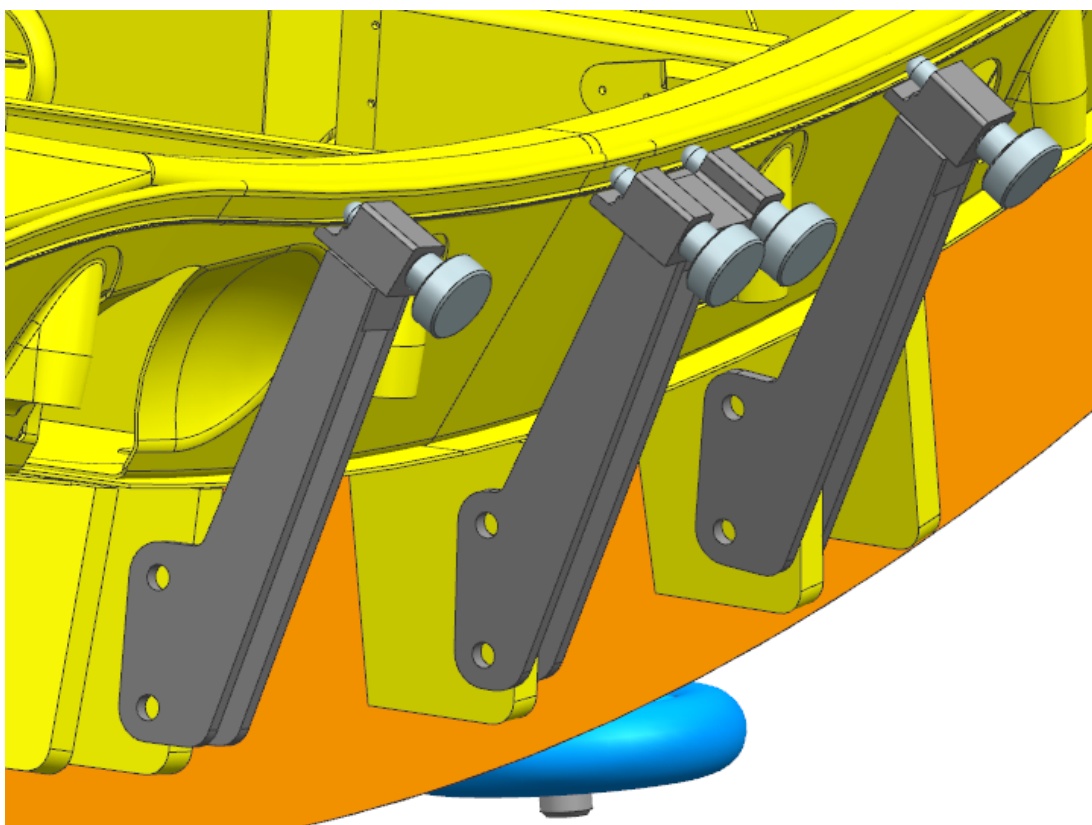
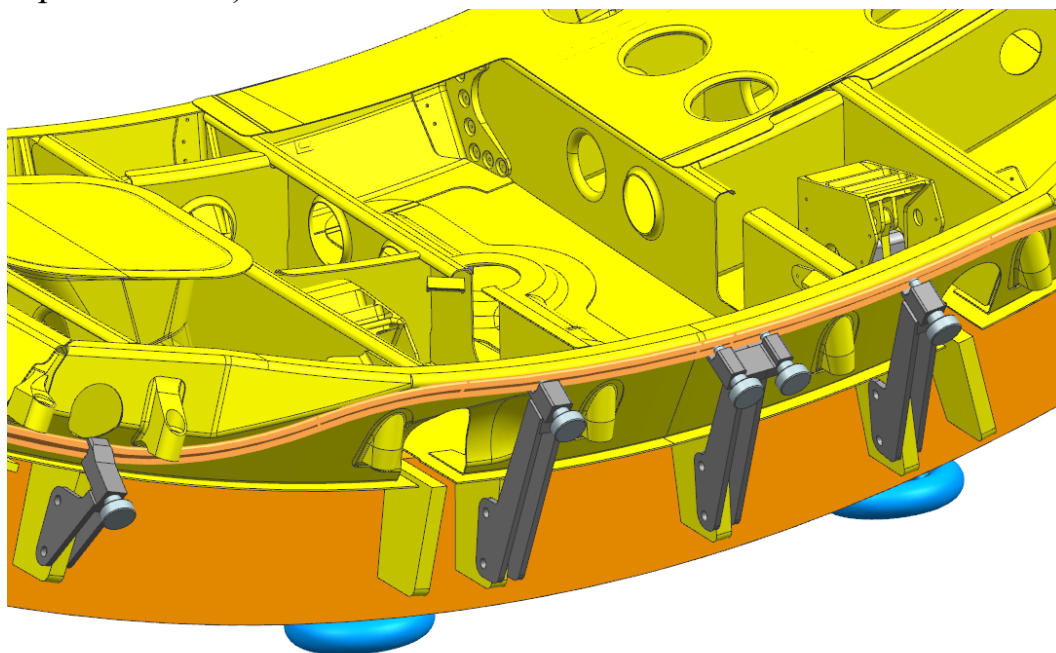


075 Установка листов внутренней обшивки на тех. крепеж.



079 Установка зашивок 74.05.0550.300.019 – 221

на внутришовный герметик (с паспортом на герметизацию).



081 Разборка каркаса двери для внутришовной герметизации.

085 Внутришовная герметизация упорных кронштейнов по оси балок №1 и №7.

(с паспортом на герметизацию)

095 Внутришовная герметизация наружной обшивки двери (с паспортом на герметизацию)

105 Внутришовная герметизация упорных кронштейнов по осям балок № 2- №6 (с паспортом на герметизацию).

115 Внутришовная герметизация стенок отсеков навески (с паспортом на герметизацию)

125 Установка упорных кронштейнов на боевой крепеж

125 Установка упорных кронштейнов на боевой крепеж.

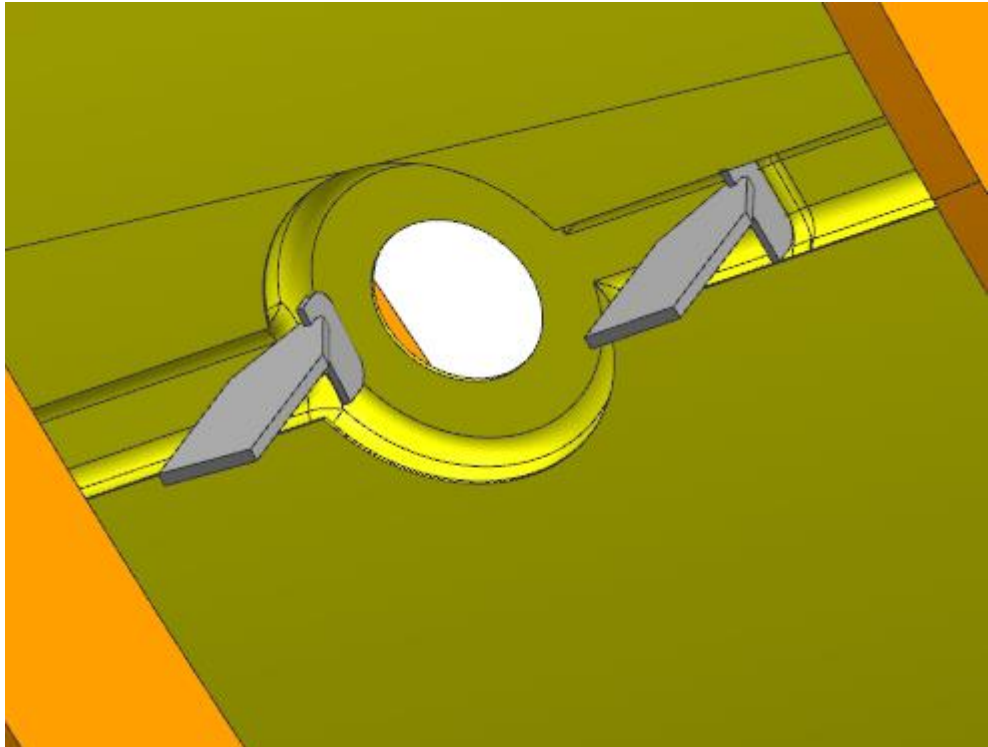
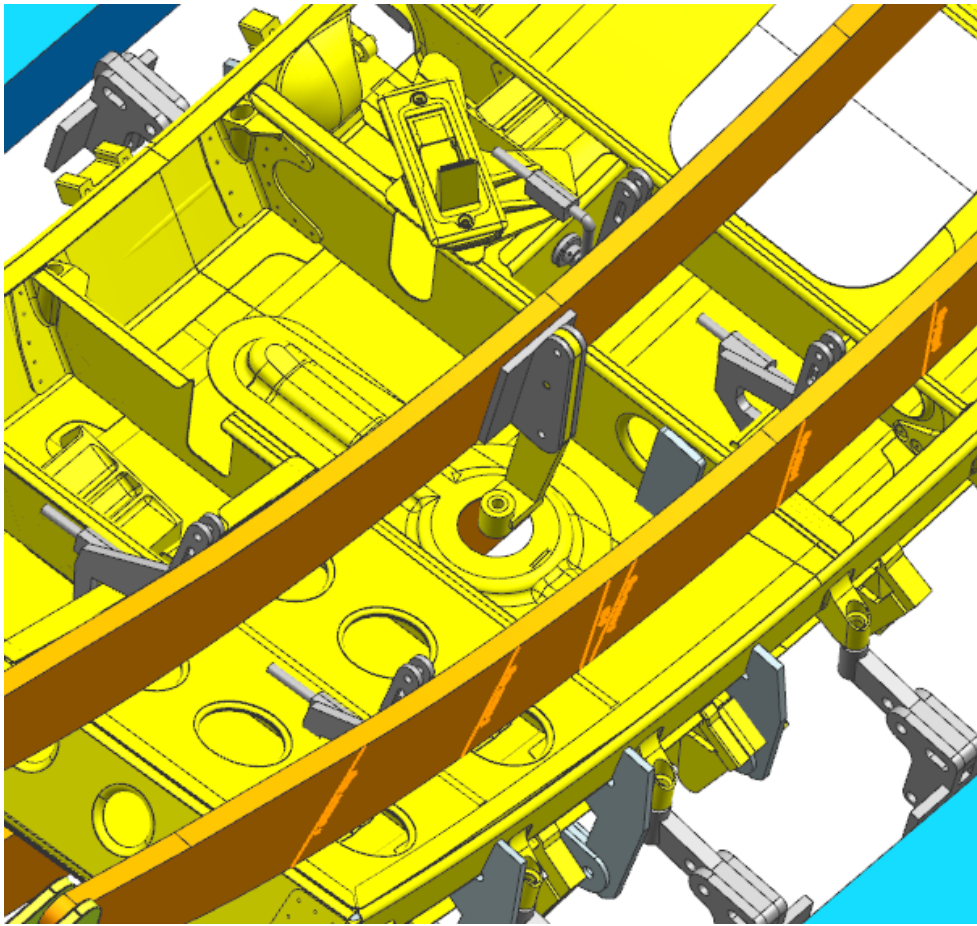
135 Установка на боевой крепеж наружной обшивки с каркасом двери.

141 Фрезерование потайных головок заклепок на внешней поверхности двери.

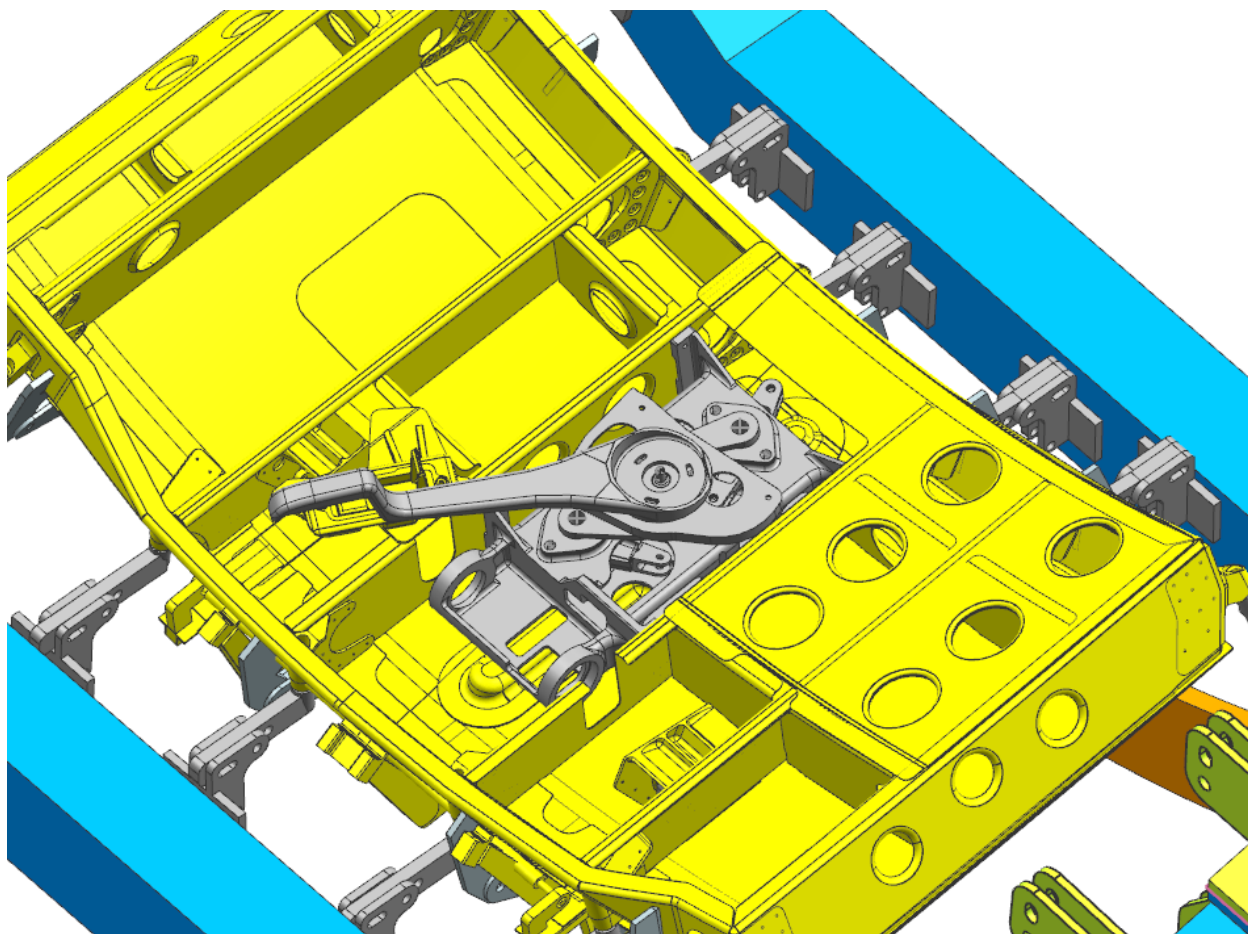
145 Установка поперечных балок и диафрагм на боевой крепеж.

155 Предварительная проверка двери на отсутствие течи.

- 165 Установка гаек в точках крепления листов внутренней обшивки двери.
- 175 Установка чашки ручки блока рукояток на боевой крепеж(с паспортом на герметизацию)
- 185 Установка кронштейнов крепления наружного стекла иллюминатора.
- 195 Клепка пропущенных мест наружной обшивки двери.
- 205 Окончательная установка кронштейнов навески 74.05.0550.305.000  
74.05.0550.306.000
- 215 Установка кронштейна с роликом под средней ловитель.
- 235 Установка блока рукояток 74.05.0250.500.009 на чашку 74.05.0550.300.359.



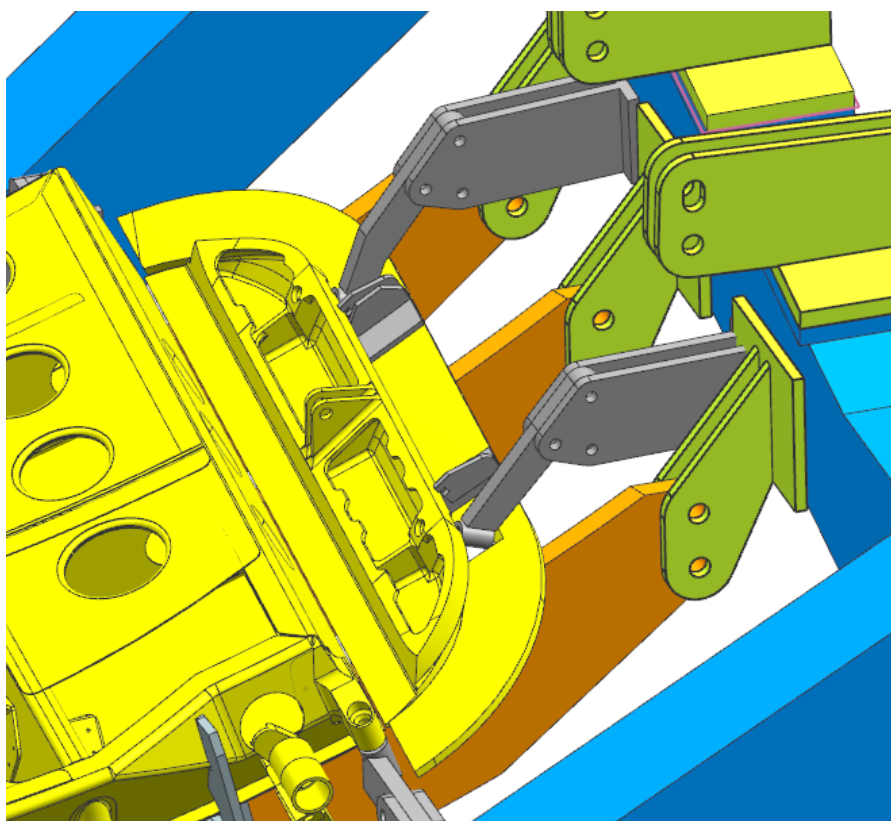




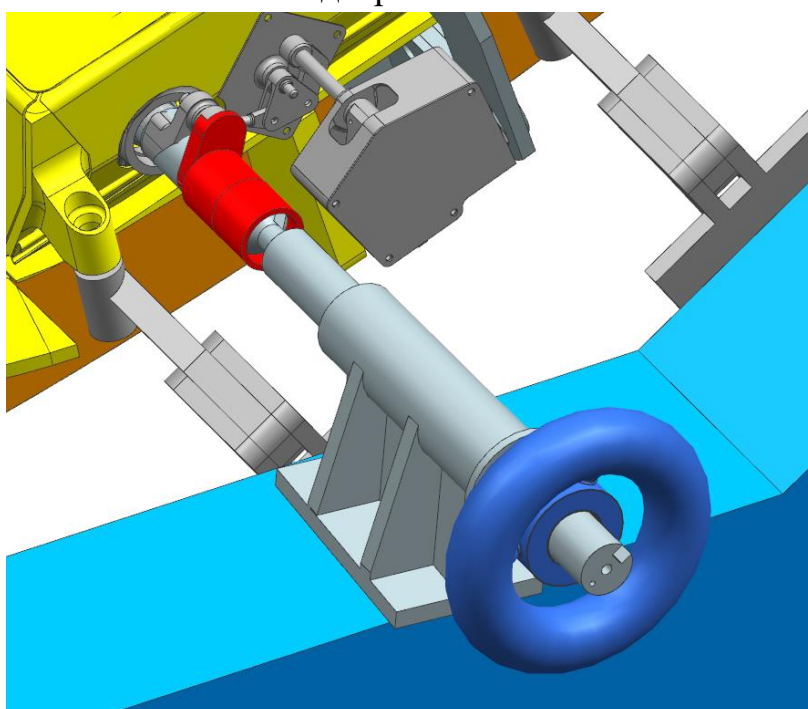
237 Установка трубы 74.05.0250.162.000 и  
стаканов 74.05.0550.458.007;  
74.05.0550.448.009.



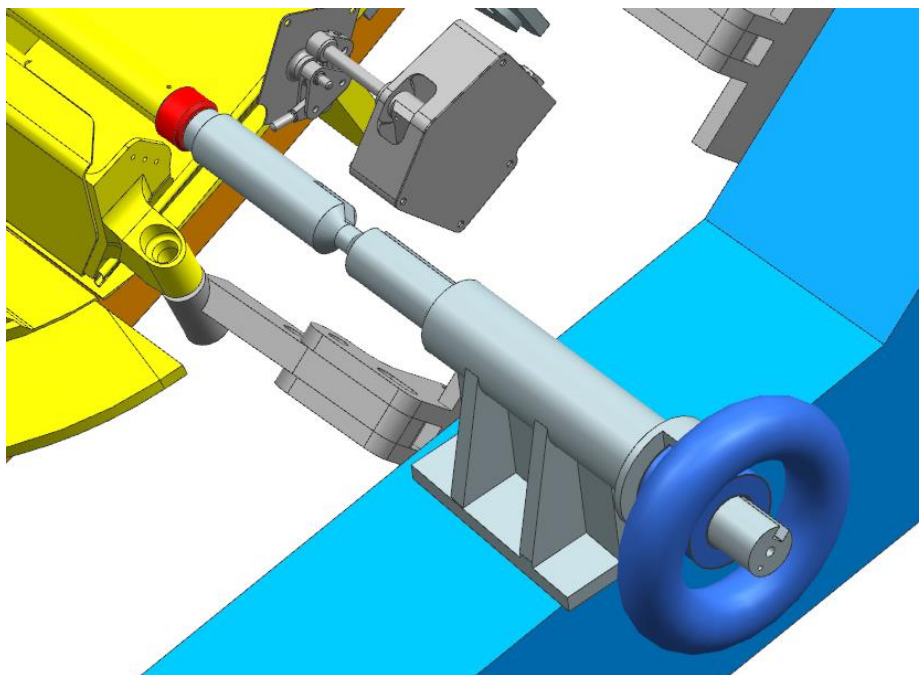
245 Установка клапанов.



255 Установка верхней и нижней трубы механизма навески двери.

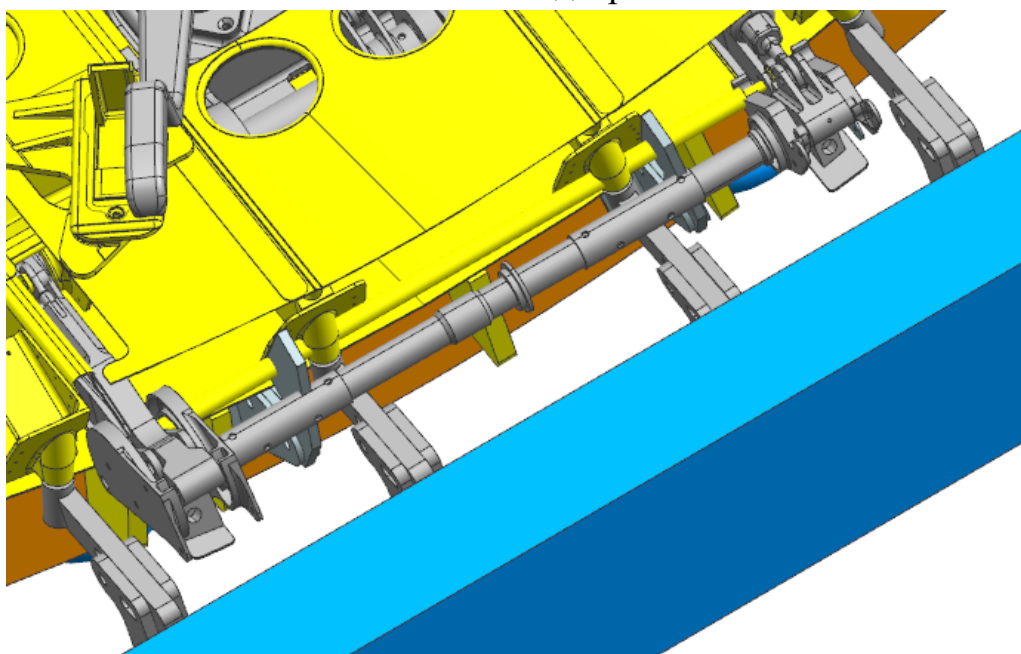


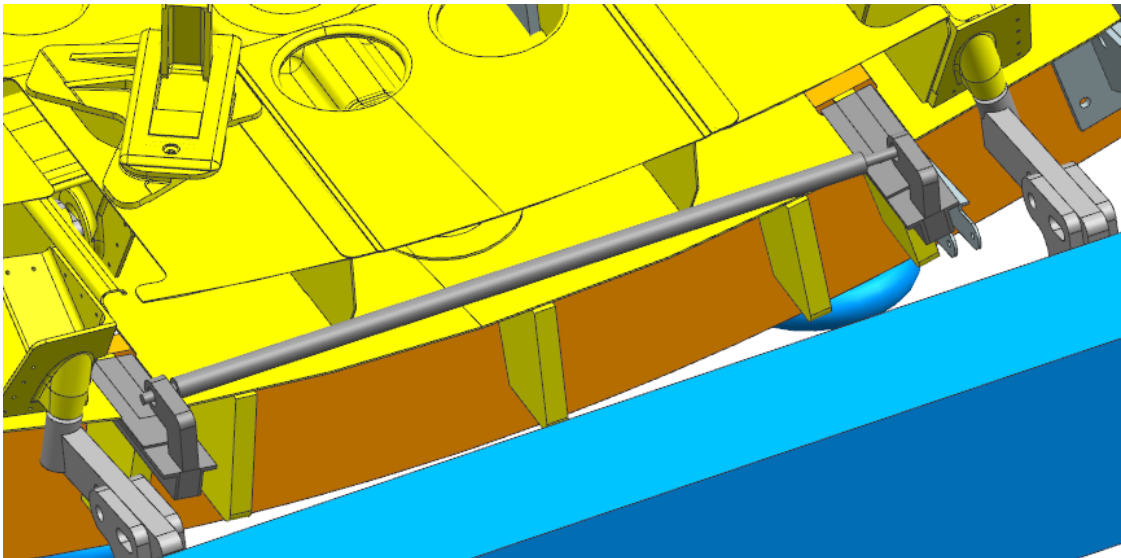




265 Установка обоим герметизаторов  
(с паспортом на герметизацию).

305 Установка тяг механизма навески двери.





- 325 Установка втулок 74.05.0250.257.000 под ручку 74.05.0250.261.000.
- 335 Установка окантовки 74.05.0550.325.000 и обода 74.05.0550.300.165.
- 345 Установка листов внутренних зашивок на тех. крепеж.
- 355 Установка трафарет на задней служебной двери
- 365 Подгонка двери к предъявительским испытаниям по первому этапу.
- 370 Предъявительские испытания по I этапу.
- 375 Подготовка двери задней служебной к приемо-сдаточным испытаниям по I этапу.

- 380 Приемо-сдаточные испытания по I этапу.
- 381 Подготовка к предъявительским испытаниям по замеру усилия открытия-закрытия от внутренней и наружной ручки задней служебной двери.
- 382 Предъявительские испытания по замеру усилия открытия-закрытия от внутренней и наружной ручки задней служебной двери.
- 383 Подготовка к приемо-сдаточным испытаниям по замеру усилия открытия-закрытия от внутренней и наружной ручки задней
- 384 Приемо-сдаточные испытания по замеру усилия открытия-закрытия от внутренней и наружной ручки задней служебной двери.
- 385 Входной контроль двери задней служебной, при получении из группы навески дверей, для выполнения работ по II этапу.
- 395 Рассверливание отверстий под заклепки, крепление внутренних зашивок, демонтаж внутренних зашивок.
- 415 Окончательная установка и крепление внутренних зашивок 74.05.0550.300.009, 011, 015, 021, 0221, 131, 197.

- 421 Окончательная установка ручки  
74.05.0250.650.011 на блок рукояток  
74.05.0250.500.009  
435 Взвешивание двери.
- 441 Проверка на чистоту и целостность ТЗИ,  
после рассверловки отверстий, на внутренних  
зашивках двери.
- 445 Подготовка задней служебной двери к  
предъявительским испытаниям.
- 450 Предъявительские испытания.
- 455 Подготовка задней служебной двери, к  
приемо-сдаточным испытаниям.
- 460 Приемо-сдаточные испытания.
- 465 Консервация задней служебной двери  
470
- 275 Установка трафарета 74.05.7592.426.000,  
ручки 74.05.7592.042.000.
- 285 Предварительная установка кронштейнов  
74.05.7592.435.000, 74.05.7592.434.000,  
74.05.7592.584.000, 74.05.7592.130.013.
- 311 Установка каретки.
- 315 Окончательная установка кронштейнов  
74.05.7592.434.000, 74.05.7592.435.000,  
74.05.7592.584.000, 74.05.7592.130.013.

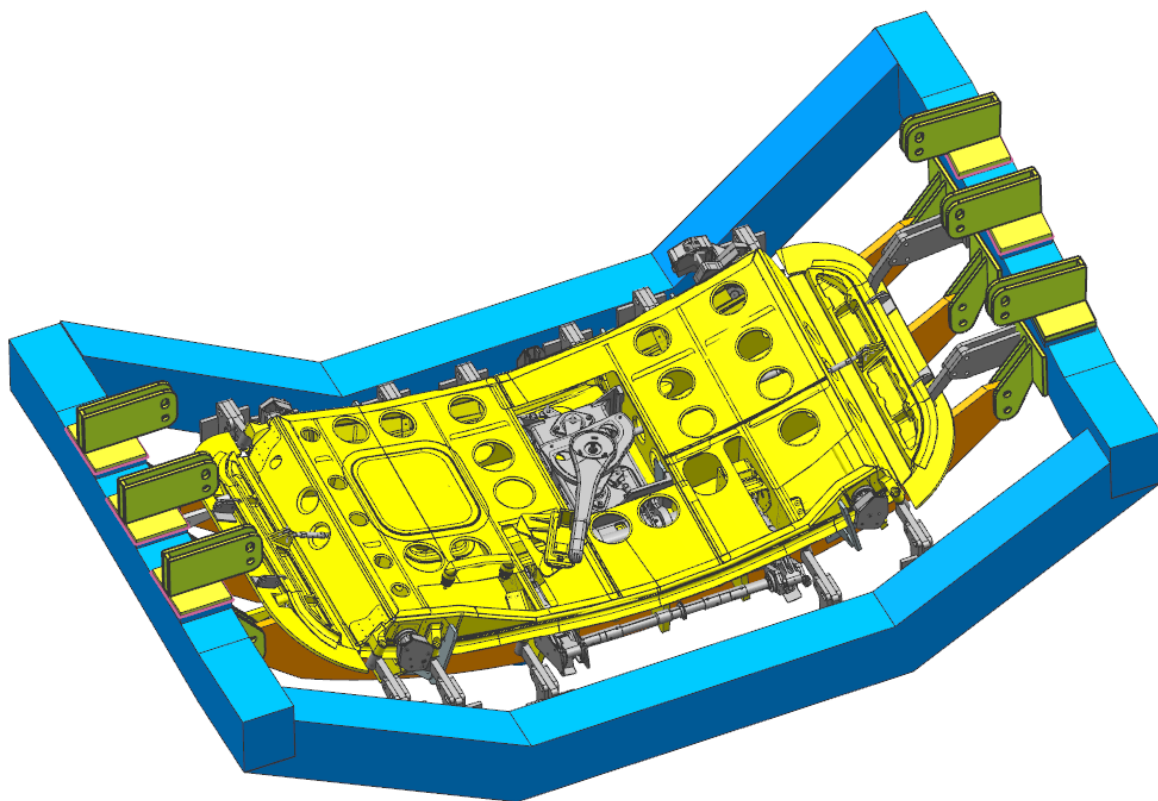


Рисунок 9.1.1. Дверь в сборе

## **ГЛАВА 10 РАЗРАБОТКА СХЕМЫ КОНТРОЛЯ**

### **10.1 Разработка схемы контроля сборочного приспособления двери**

БТК проверить:

- Установку узлов согласно чертежа и фиксации стапеля;
- Правильность мест расположения отверстий;
- Форму и диаметр отверстий со стороны входа и выхода

инструмента;

- Перпендикулярность отверстий к поверхности пакета;
- Отсутствие заусенцев, рваных кромок, трещин и других

повреждений у отверстий;

- Проверить зазоры между шестигранной головкой болтов и

плоскостью пакета;

- Момент затяжки гайки;
- Качество заклепочных соединений (выступание, зазоры);
- Проверить стыки обшивки с рамой двери на герметичность

методом обмыливания.

## 10.2 Технологические указания на сборку и навеску дверей

### Сборку дверей производить с предъявлением комиссии по этапам:

- В приспособлении, каркас дверей на 75% технологического крепежа с наружной обшивкой. С установленными упорами, ловителями, с замком и наружной ручкой открытия двери, с блоком ручек, (вырезы под верхнюю и нижнюю навески в обшивке не делать), верхними и нижними трубами.

Предъявить комиссии возможность регулировки двери вверх 2 мм и вниз 2 мм от фиксации приспособления, вдоль оси вращения двери на двери в соответствии с КД.

- В приспособлении, каркас дверей с наружной обшивкой, с установленными упорами, верхними и нижними трубами, с замком и наружной ручкой открытия двери, на боевом крепеже. Блок ручек демонтирован. Крепеж, выходящий на обшивку в зоне установки блока ручек, проверен на герметичность обмыливанием. ТЗИ в зоне блока ручек нанесена.

-В приспособлении, каркас дверей с наружной обшивкой, с установленными упорами, с блоком ручек, верхними и нижними трубами, с замком и наружной ручкой открытия двери, на боевом крепеже. Контролировать кинематику открытия-закрытия. Зашивки внутренние, клапана верхние и нижние, кронштейны навески трапа установлены на 75% технологического крепежа.

-В приспособлении дверь, собранная в соответствии с ТП и принятая БТК. Все пункты, касающиеся сборки дверей в приспособлении, в МТП закрыты. Контроль зазоров между ручкой блока и ручек и кожухом трапа при помощи габаритного макета по ходу движения ручки между «открыто» и «закрыто». Замерить угол открытия клапана нижнего. Значение угла открытия клапана занести в МТП.

Замер угла открытия производить в следующей последовательности:

а) Рукоятка в положении «закрыто», клапана лежат на ложементх приспособления. Выставить приспособление в положение, когда клапан нижний двери находится в близком к горизонту положении (по строительному уровню грубо  $\pm 1,5$  деления по пузырьку).

б) Установить квадрант на внутреннюю плоскость клапана нижнего. Квадрант располагать перпендикулярно оси вращения клапана. Подошву квадранта очертить карандашом 2М. Обнулить значение квадранта.

в) Перевести рукоятку в положение «открыто». Установить квадрант по разметке на клапан нижний. Зафиксировать угол отклонения клапана.

По результатам замеров на машине, уточнить технологические процессы сборки дверей и МТП, ввести замер угла отклонения клапана нижнего в ТП.

**Навеску дверей производить с предъявлением комиссии по этапам:**

**Навеску дверей производить на внестапельном стенде фюзеляжа.**

- Предъявлять комиссии навеску двери на технологическом крепеже, в состоянии обшивка дверей не прирезана по проему. Комиссии контролировать предварительно влияние малых и больших навесок на положение двери в проеме. Контролировать предварительно положение клапанов относительно проема.

- Предъявлять комиссии навеску двери на технологическом крепеже в состоянии: обшивка по проему подогнана. Клапана верхний и нижний подогнаны по проему. Контролировать вписываемость двери в ТК фюзеляжа. Зазоры по проему. Кинематику открытия-закрытия двери.

- Предъявлять комиссии навеску двери на боевом крепеже в состоянии: внутренние зашивки дверей на боевом крепеже, на проеме отформован привал под уплотнитель двери. Фюзеляж прошел дождевание, опрессовку и



испытание на герметичность по этапу I. Контролировать вписываемость двери в ТК фюзеляжа. Зазоры по проему. Кинематику открытия-закрытия двери с весовыми макетами. Усилие на рукоятке при открытии-закрытии двери.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В настоящей выпускной квалификационной работе была поставлена задача, спроектировать и смоделировать сборочное приспособление двери пассажирского самолета тяжелого класса с использованием лазерного трекера, внедрив беззаливочную технологию монтажа.

Для достижения цели потребовалось выполнить ряд операций:

- анализ конструктивно-технологических особенностей самолета и агрегата;

- анализ существующих способов базирования сборочных единиц, а также выбор и обоснование выбора способа базирования для данного агрегата.;

- выбор и обоснование выбора типа сборочного приспособления

- разработка схемы сборки двери ;

- разработка 3D моделей СЕ,СП;

- разработка технологического процесса сборки двери;

Сборка является завершающим и наиболее ответственным этапом производства, на котором интегрируются итоги всех предшествующих ей этапов и складываются основные показатели качества выпускаемых изделий.

Проблема повышения эффективности технологии сборочного производства в авиастроении и качества выпускаемых изделий является сложной и недостаточно изученной, она носит комплексный характер и требует системного подхода с учетом влияния взаимосвязанных конструкторско-технологических факторов. Поэтому разработка научно обоснованных технологических процессов и средств автоматической сборки деталей и агрегатов, а также методик и рекомендаций, является актуальной задачей.

## CONCLUSION

In this final qualification work, the task was set to design and simulate the assembly device for the door of a passenger plane of a heavy class using a laser tracker, introducing filling-free mounting technology.

To achieve the goal, a number of operations were required:

- analysis of the structural and technological features of the aircraft and the unit;
- analysis of existing methods of basing assembly units, as well as the selection and justification of the choice of a basing method for this unit .;
- selection and justification of the choice of type of assembly device
- development of a door assembly scheme;
- Development of 3D models CE, SP;
- development of the technological process of door assembly;

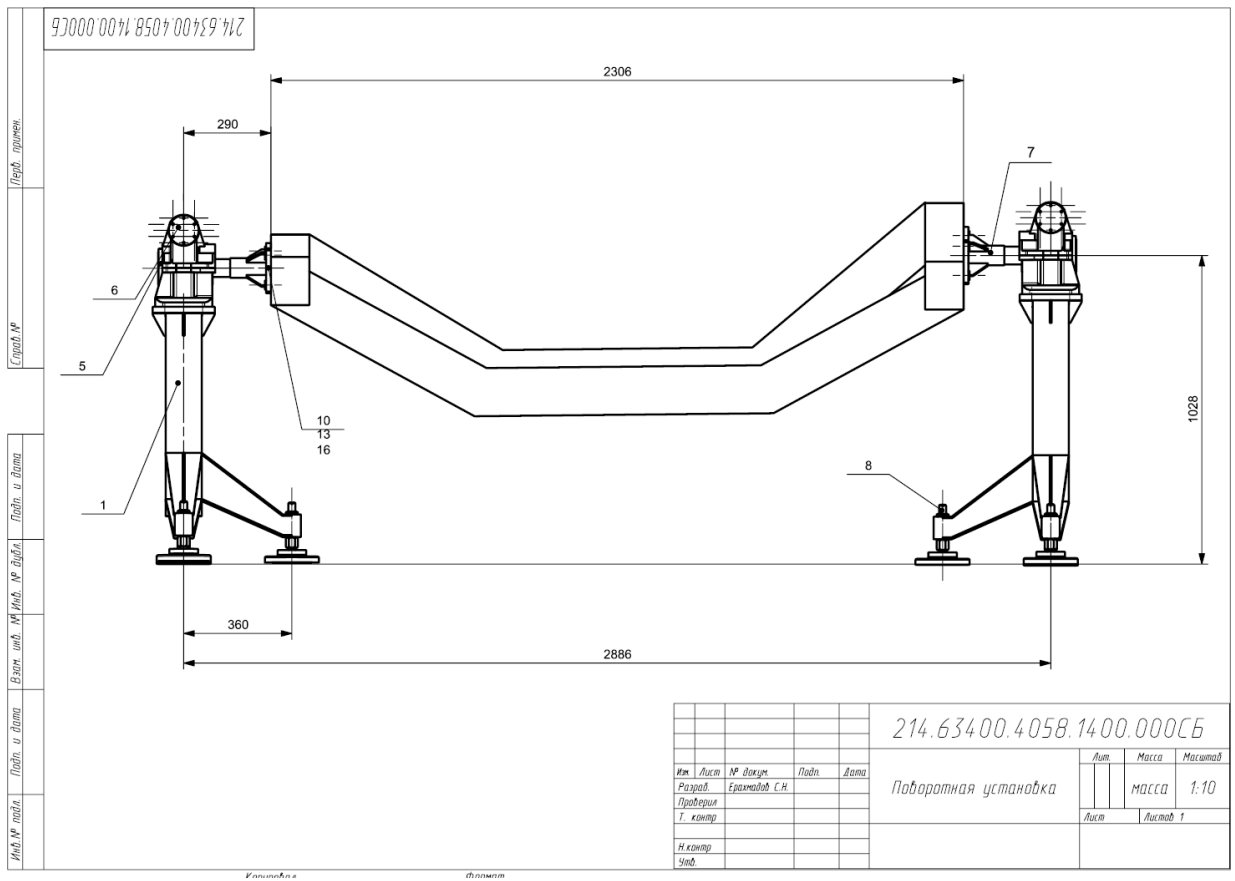
Assembly is the final and most critical stage of production, at which the results of all the stages preceding it are integrated and the main quality indicators of the products are formed.

The problem of increasing the efficiency of assembly technology in aircraft manufacturing and the quality of manufactured products is complex and insufficiently studied, it is complex and requires a systematic approach, taking into account the influence of interrelated design and technological factors. Therefore, the development of scientifically based technological processes and means of automatic assembly of parts and assemblies, as well as methods and recommendations, is an urgent task.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. А.П. Худайбергганов, А.Я. Черняк, А.С. Лозинский: Справочник молодого слесаря-сборщика летательных аппаратов, пособие для ПТУ по специальностям: "Слесарь-сборщик летательных аппаратов" и "Слесарь-ремонтник летательных аппаратов". — М.: Машиностроение, 1987. — 88 с. ил.
2. Ю.А. Вашуков, О.В. Ломовской, А.А. Шаров «Технология и оборудование сборочных процессов», Самара, СГАУ, 2011г.
3. В.И. Халиулин –Лабораторный практикум по дисциплине «Сборочные процессы и оснастка», Казань, КНИТУ-КАИ, 2014 г.
4. В.И. Халиулин ,С.Р.Ибатуллина «Технология сборки металлических и композитных конструкций», Казань, КНИТУ-КАИ, 2014г.

# ПРИЛОЖЕНИЕ 1



Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
А 3			214.63400.4058.1400.000СБ	Сборочный чертеж	1	
				<u>Сборочные единицы</u>		
А 3		1	214.63400.4058.1401.000	Стойка	2	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		5		Редуктор 63869/208-00	1	
		6		Подшипник с цапфой 63869/209	1	
		7		Цапфа 63869/209-3-II-Б	1	

		8		Опора 63869/222	6	
		10		Болты ГОСТ 7798-70 М16х50		
		11		Болты ГОСТ 7798-70 М16х60		
		13		Гайка ГОСТ 5915-70 М16	16	
		16		Шайба ГОСТ 11371-78 Шайба 16		
		19		Штифт 8п6х30 ГОСТ	4	
				<b>214.63400.4058.1400.000</b>		
Из м	Лист	№докум.	Подп.	Дат а		
Разраб.	Ерахмадов				Лит.	Лист
Пров.						Листов
						1
Н.конт р.					<b>ОКСР</b>	
Утв.						
				<b>Поворотный механизм</b>		

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технический  
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»  
(КНИТУ-КАИ)

## ОТЗЫВ РУКОВОДИТЕЛЯ

### НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

студента Ерахмадова Сиёвуща Наимджоновича  
(фамилия, имя отчество)

1258 учебной группы      института АНТЭ

---

Тема проекта: Проектирование и разработка стапеля для сборки двери ТУ-214 с применением технологии лазерного трекера при монтаже

---

Руководитель: к.т.н., доцент каф. ПЛА Сосов Александр Вениаминович

---

Выпускная квалификационная работа выполнена в полном соответствии с выданным заданием и содержит все необходимые разделы подтверждающие сформированность всех компетенций по направлению подготовки магистратуры 24.04.04 «Авиастроение».

При выполнении работы автор на очень хорошем уровне освоил работу в САПР NX, выполнив все необходимые модели в этой системе.

При выполнении ВКР автор спроектировал стапель сборки двери самолета с использованием современных способов монтажа на базе лазерных координатно-измерительных систем. При решении поставленной задачи им предложено использовать поворотный стапель сборки двери, что улучшает условия выполнения сборочных операций и соответственно повышает производительность труда. На высоком уровне продуман технологический процесс сборки двери.

Выполненная работа показывает высокий уровень подготовки дипломанта и его готовность решать сложные инженерные задачи.

Считаю, что ВКР заслуживает оценки **ОТЛИЧНО**.

Руководитель  
к.т.н., доцент каф. ПЛА



Сосов А.В.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технический  
университет им. А.Н. Туполева-КАИ»  
(КНИТУ-КАИ)

## РЕЦЕНЗИЯ

### НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

студента Ерахмадова Сиёвуща Наимджоновича

(фамилия, имя, отчество)

1258 учебной группы ИАНТЭ института

---

Тема проекта: Проектирование технологической оснастки и технологии сборки двери самолета ТУ-214 с использованием лазерной координатно-измерительной системы

---

Рецензент: нач. КБ «Фюзеляж» отдела ОКСР КАЗ им. Горбунова Гужов Е.А.

---

Выпускная квалификационная работа студента Ерахмадова Сиёвуща Наимджоновича по направлению 24.04.04 «Авистроение» рассматривает актуальную тему «Проектирование технологической оснастки и технологии сборки двери самолета ТУ-214 с использованием лазерной координатно-измерительной системы».

Актуальность темы обусловлена переходом предприятия от «традиционной» формы монтажа сборки агрегатов к «современной», использующей технологии лазерных координатно-измерительных систем. Данные технологии позволяют собирать агрегат с высокой точностью и меньшими трудозатратами, что сказывается на уровне трудоемкости всего сборочного процесса агрегата в положительную сторону.

Содержание работы соответствует поставленным задачам. В процессе выполнения выпускной квалификационной работы магистрантом Ерахмадовым С.Н. были изучены современные технологии сборки агрегата и его монтажа. Было спроектировано сборочное приспособление с использованием доступных технологий и материалов, описан процесс монтажа агрегата с использованием лазерной координатно-

измерительной системы и разработан комплект конструкторской документации, а также технологический процесс его сборки.

Квалификационная работа выпускника демонстрирует отличную подготовку автора, отражает его способность самостоятельно ставить и решать инженерные задачи с использованием современных инструментов проектирования.

Работа выполнена в соответствии с возможностями предприятия и современными ГОСТами.

Считаю работу Ерахмадова Сиёвуша Наимджоновича перспективной и актуальной для дальнейшей реализации.

В связи с вышеизложенным считаю, что данная выпускная квалификационная работа заслуживает оценки «отлично».

Рецензент:

нач. КБ «Фюзеляж» отдела ОКСП КАЗ им. Горбунова

(должность)

  
(личная подпись)



Гусов Е.В  
(Ф.И.О.)

**Заключение о проведении проверки выпускной квалификационной  
работы системой «Антиплагиат КНИТУ-КАИ»**

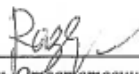
В результате проверки системой «Антиплагиат КНИТУ-КАИ» ВКР студента Ерахмадова Сиёвуща Наимджоновича установлено:

*Ф.И.О. обучающегося*

Оригинальность ВКР составляет 90 %, что соответствует (~~не соответствует~~) (*ненужное зачеркнуть*), требованиям порядка и условиям допуска **выпускных квалификационных работ кафедры «Производство летательных аппаратов»** к защите с учетом объема заимствования с использованием системы «Антиплагиат КНИТУ-КАИ».

12.06.2020

*Дата представления ВКР*



*подпись Ответственного*

А.А.Раздайбедин

*Фамилия И.О.*



*подпись Руководителя*

А.В.Сосов

*Фамилия И.О.*



*подпись зав.кафедрой ПЛА*

В.И. Халиулин

*Фамилия И.О.*