

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 авиации, наземного транспорта и энергетики (ИАНТЭ)

(наименование института (факультета), филиала)

Кафедра производства летательных аппаратов

(наименование кафедры)


Направление подготовки 24.04.04 «Авистроение»
(шифр и наименование направления подготовки)
Профиль «Технология производства ЛА»


 К защите допустить
Зав. каф. ПЛА
В.И. Халиулин

«12» 06 2020 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему «Проектирование технологической оснастки и технологии
сборки фонаря кабины пилотов самолета ТУ-214 с использованием
лазерной координатно-измерительной системы»

ОБУЧАЮЩИЙСЯ Е.В. Перцев 
(инициалы, фамилия) (личная подпись)

РУКОВОДИТЕЛЬ к.т.н., доцент, А.В. Сосов 
(ученая степень, звание, инициалы, фамилия) (личная подпись)

Казань 2020

THE MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION
OF THE RUSSIAN FEDERATION

federal state budgetary educational institution of higher education
«Kazan National Research Technical University named after A.N.Tupolev-KAI»
(KNRTU-KAI)

Institute of Aviation, Land Transportation and Power Engineering

Department for Aircraft Manufacturing

Direction of training 24.04.04 «Aircraft building»
(code and name of the direction of preparation)
Major «Aircraft manufacturing technology»

Approved for diploma 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 pilot light for TU-214 aircraft using laser tracker technology during installation»

STUDENT E. V. Pertsev

(инициалы, фамилия)

(личная подпись)

SUPERVISOR Associate professor A. V. Sosov

(ученая степень, звание, инициалы, фамилия)

(личная подпись)

Kazan 2020

АННОТАЦИЯ

ФОНАРЬ КАБИНЫ ПИЛОТОВ, СТАПЕЛЬ СБОРКИ, ЛАЗЕРНЫЙ ТРЕКЕР, СБОРКА С БАЗОЙ НА ВНЕШНИЙ ОБВОД, ТЕХНОЛОГИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ КРОНШТЕЙНОВ, ОБРАБОТКА ПЛОЩАДОК НА ПЯТИКООРДИНАТНОМ СТАНКЕ.

Объектом исследования является фонарь кабины пилотов самолета ТУ-214.

Цель работы – разработка и проектирование конструкции стапеля для сборки фонаря кабины пилотов самолета ТУ-214 с применением технологии лазерного трекера при монтаже.

В процессе работы были проанализированы конструктивно технологические особенности самолета и силовой схемы фонаря кабины пилотов, были выбраны методы базирования сборочной единицы (СЕ) и тип сборочного приспособления (СП), разработаны 3D модели СЕ, СП со всеми составными элементами.

Также была выпущена сопровождающая конструкторская документация (КД) и составлен технологический процесс сборки СЕ.

ABSTRACT

PILOT CABIN LAMP, ASSEMBLY STAIL, LASER TRACKER, ASSEMBLY WITH BASIS FOR EXTERNAL BYPASS, TECHNOLOGY WITH APPLICATION OF BRACKETS, PROCESSING AREA FOR FIVE-ORDER MACHINE.

The object of research is the lamp of the cockpit of the TU-214 aircraft.

The purpose of the work is the development and design of the construction of the slipway for the assembly of the lamp for pilots of the TU-214 aircraft using the technology of the laser tracker during installation.

In the process, structural and technological features of the aircraft and the power scheme of the fuselage were analyzed, methods of basing the assembly unit and type of assembly device were selected, 3D models of the assembly unit, assembly device with all components were developed.

The accompanying design documentation also was issued and the assembly unit assembly process was compiled.

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 «Авиастроение»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ПЛА

В.И.Халиуллин

«04» 05 2020г.

ЗАДАНИЕ

выпускной квалификационной работы

Перцев Егор Вадимович

(фамилия, имя, отчество)

1 Тема выпускной квалификационной работы

Проектирование технологической оснастки и технологии сборки фонаря кабины пилотов самолета с использованием лазерной координатно-измерительной системы

утверждена приказом по университету от " 10 " 02 2020 г.

№ 612-С

2 Срок сдачи обучающимся законченной выпускной квалификационной работы 15.06.2020

3 Исходные данные к выпускной квалификационной работе:

3.1 Схема фонаря кабины пилотов 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

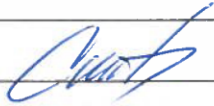

4 Содержание расчётно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов и исходные данные к ним):

- 4.1 Анализ конструктивно технологических особенностей самолета и силовой схемы фюзеляжа
- 4.2 Обоснование выбора способа базирования фонаря кабины пилотов
- 4.3 Обоснование выбора типа сборочного приспособления
- 4.4 Моделирование фонаря кабины пилотов самолета
- 4.5 Разработка схемы сборки
- 4.6 Определение схемы каркаса СП с учетом возможности обработки установочных и стыковочных площадок на 5-ти осевом обрабатывающем центре
- 4.7 Проектирование и разработка 3D модели каркаса СП
- 4.8 Проектирование и разработка 3D моделей базовых элементов СП
- 4.9 Проектирование и разработка 3D моделей зажимных элементов СП
- 4.10 Обоснование метода монтажа СП, проектирование и разработка 3D моделей установочных элементов
- 4.11 Описание монтажа СП
- 4.12 Разработка технологического процесса сборки фонаря кабины пилотов
- 4.13 Разработка конструкторской документации СП
- 4.14 Разработка процесса входного, промежуточного и выходного контроля геометрических параметров фонаря кабины пилотов и деталей, входящих в него.

5 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

- 5.1 Конструктивно технологические особенности объекта сборки
- 5.2 Проектирование и 3D моделирование сборочного приспособления и его элементов
- 5.3 Монтаж сборочного приспособления
- 5.4 Технологический процесс сборки
- 5.5 Схема контроля
- 5.6 Конструкторская документация

6 Консультанты по проекту (работе) (с указанием относящихся к ним разделов):

Раздел	Консультант (фамилия и инициалы)	Подпись, дата	
		Задание выдал	Задание принял
Общий	Сосов А.В		

7 Дата выдачи задания 05.02.2020

Руководитель проекта _____

(подпись)

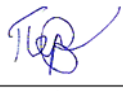


Сосов А.В.

(фамилия и инициалы)

Задание к исполнению принял _____

(подпись)



Примечание. 1 Задание прилагается к законченному выпускной квалификационной работы и вместе с пояснительной запиской представляется в ГЭК.
2 Перед началом выполнения выпускной квалификационной работы обучающийся разрабатывает календарный план работы с указанием очередности выполнения отдельных этапов, согласовывает его с руководителем выпускной квалификационной работы.

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 фонаря кабины пилотов и согласование с руководителем.	10.06.2020	
5	Моделирование стапеля сборки фонаря кабины пилотов 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 _____



Е.В.Перцев

Руководитель _____



А.В.Сосов

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	10
ГЛАВА 1. КОНСТРУКТИВНО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ.....	12
1.1 Анализ конструктивно технологических особенностей самолета и силовой схемы фонаря кабины пилотов.....	12
ГЛАВА 2. ВЫБОР СПОСОБА БАЗИРОВАНИЯ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ (СЕ).....	17
2.1. Методы способов базирования сборочной единицы (СЕ).....	17
2.2. Выбор способа базирования сборочной единицы в данной работе.....	27
ГЛАВА 3. ВЫБОР ТИПА СБОРОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ (СП).....	28
3.1 Описание типов сборочных приспособлений (СП).....	28
3.2 Выбор типа сборочного приспособления в данной работе.....	34
ГЛАВА 4. РАЗРАБОТКА СХЕМЫ СБОРКИ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ.....	35
4.1 Разработка схемы сборки фонаря кабины пилотов.....	35
ГЛАВА 5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА 3D моделей каркаса СП, БАЗОВЫХ И ЗАЖИМНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СП.....	42
5.1 Разработка 3D моделей каркаса СП.....	42
5.2 Разработка 3D моделей базовых элементов СП.....	48
5.3 Разработка 3D моделей фиксирующих элементов СП.....	51
5.4 Разработка 3D моделей установочных элементов.....	59
ГЛАВА 6. ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА И ПРОЦЕССОВ МОНТАЖА СП.....	67
6.1 Обоснование метода монтажа СП.....	67
6.2 Описание процесса монтажа СП.....	69
ГЛАВА 7. РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКТА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ (КД).....	75
7.1 Разработка комплекта чертежей сборочного приспособления.....	75
ГЛАВА 8. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ СБОРОЧНОЙ ЕДИНИЦЫ (СЕ).....	76
ГЛАВА 9. РАЗРАБОТКА СХЕМЫ КОНТРОЛЯ СБОРКИ.....	87
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	88
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	90
ПРИЛОЖЕНИЕ №1	91

ВВЕДЕНИЕ

В процессе работы были проанализированы конструктивно технологические особенности самолета и силовой схемы фюзеляжа, были выбраны методы базирования сборочной единицы (СЕ) и тип сборочного приспособления (СП), разработаны 3D модели СЕ, СП со всеми составными элементами. Также была выпущена сопровождающая конструкторская документация (КД) и составлен технологический процесс сборки СЕ.

Актуальность темы.

В настоящее время на производстве используется устаревшая технология сборки фонаря кабины пилотов самолета ТУ-214, что вызывает дополнительные проблемы и погрешности при монтаже. Чтобы изменить это в лучшую сторону и обеспечить необходимую точность монтажа необходимо разработать и спроектировать конструкцию стапеля сборки фонаря кабины пилотов с применением технологии лазерного трекера.

Цели исследования:

Разработка и проектирование конструкции стапеля для сборки фонаря пилотов самолета ТУ-214 с применением технологии лазерного трекера при монтаже.

Задачи исследования:

1. Проанализировать конструктивно технологические особенности самолета и силовой схемы фонаря кабины пилотов.
2. Обосновать выбор способа базирования сборочной единицы (СЕ).
3. Обосновать выбор типа сборочного приспособления (СП).
4. Разработать схему сборки фонаря кабины пилотов.
5. Спроектировать и разработать 3D модели каркаса СП, базовых и зажимных элементов СП.
6. Обосновать методы монтажа СП, спроектировать и разработать 3D модели установочных элементов.

7. Проанализировать возможности пятикоординатного станка с ЧПУ для обработки рамы СП.
8. Описать монтаж СП.
9. Разработать комплект конструкторской документации (КД).
10. Разработать технологический процесс сборки СЕ.
11. Разработать схему контроля.

1. Конструктивно – технологический анализ существующих конструкций.

1.1 Анализ конструктивно технологических особенностей самолета и силовой схемы фонаря кабины пилотов.

Самолёт — воздушное судно, предназначенное для полётов в атмосфере с помощью силовой установки, создающей тягу, и неподвижного относительно других частей аппарата крыла, создающего подъёмную силу.

Его конструкция представляет собой планер, который можно разделить на составные части, такие как крыло, фюзеляж, оперение, шасси и силовая установка.

Каждый из этих элементов имеет свою конструктивно-силовую схему (КСС), а также ее конструктивно-технологические особенности.

Конструктивно-силовая схема самолета - состав конструктивно-силовых элементов, обеспечивающих требуемую прочность и жесткость конструкции, схему их расположения и взаимосвязи.

Основные силовые элементы конструкции (фонарь, обшивка, стрингеры, лонжероны, стенки, нервюры, шпангоуты) обеспечивают прочность и жесткость конструкции агрегатов планера самолета при действии силовых факторов - изгиба, сдвига, кручения.

Конструкция самолета должны удовлетворять множеству требований, таким как:

1. **Аэродинамические требования.** Для любого самолета должны быть определены оптимальные формы, параметры и взаимное расположение агрегатов, обеспечивающие получение заданных летных и взлетно-посадочных характеристик. Каждый самолет должен быть достаточно устойчив и иметь хорошую управляемость на всех режимах полета; должна быть обеспечена полная безопасность взлета и посадки.

2. **Требования прочности.** Все силовые элементы и узлы должны иметь достаточную прочность, т. е. выдерживать все виды нагрузок в соответствии с требованиями норм прочности, которые предусматривают

различные случаи нагружения агрегатов в полете, а также при взлете, посадке и движении по аэродрому. Необходимо учитывать особенности характера действия нагрузок. Известно, что обеспечение статической прочности не является достаточной гарантией надежности конструкции самолетов. В эксплуатации на самолет действуют знакопеременные нагрузки, что обуславливает необходимость учитывать влияние работы элементов на усталость, а при полетах на сверхзвуковых скоростях — и влияние аэродинамического нагрева. Необходимо стремиться к тому, чтобы конструкции агрегатов наиболее полно отвечали требованиям равной прочности, т. е. чтобы напряжения в силовых элементах были одинаковыми.

3. Требования жесткости. Необходимо обеспечить сохранение заданной формы агрегатов, не допускать чрезмерных деформаций конструкции в полете (прогибов и углов крутки, которые могут привести к возникновению опасных вибраций конструкции) и остаточных деформаций. Недостаточная жесткость конструкции может привести к ее преждевременному разрушению.

4. Требование наименьшего веса (массы). При выбранных параметрах агрегатов необходимо рационально определить их конструктивно-силовые схемы, причем следует стремиться к эффективному использованию усиленных элементов продольного и поперечного наборов крыла, фюзеляжа и оперения.

Малый вес (масса) конструкции агрегатов самолета является одним из основных показателей ее совершенства. Вес конструкции можно уменьшить, делая ее равнопрочной, применяя новые конструкционные материалы, уменьшая количество и размеры несилевых элементов, увеличивая количество функций, выполняемых одним силовым элементом, совмещая технологические и эксплуатационные разъемы и т. д.

5. Требования живучести. Под живучестью конструкции агрегатов самолета понимается способность ее выполнять свои функции (выдерживать нагрузки), не прерывая полета, при частичных разрушениях, произведенных

пулями, снарядами, взрывной волной. Применение конструкций с работающей обшивкой при изгибе и кручении существенно повышает ее живучесть.

6. Эксплуатационные требования удовлетворяются целым комплексом качеств конструкций агрегатов и самолета в целом. К такому комплексу относятся:

- надежность, т. е. способность самолета выполнять поставленные перед ним задачи с сохранением своих летных и эксплуатационных показателей в заданных пределах в течение заданного промежутка времени. Надежность обеспечивается прочностью и жесткостью конструкции агрегатов, узлов и элементов самолета, безотказным функционированием его систем, механизмов и оборудования. Повышение надежности достигается такими мероприятиями, как проектирование топливных баков, защита от пожара, резервирование и дублирование ответственных систем;
- хороший доступ ко всем частям и деталям, подлежащим текущему и периодическому осмотру и обслуживанию; возможность ремонта конструкции; возможность хранения самолета под открытым небом и эксплуатации его в различных метеорологических условиях
- соответствие компоновки самолета особенностям его назначения, возможность быстро производить его загрузку и разгрузку;
- возможность замены основных агрегатов и узлов конструкции в процессе эксплуатации самолета;
- высокие экономические показатели эксплуатации пассажирских и транспортных самолетов, т.е. возможно меньшая себестоимость полета, возможно меньшие трудоемкость и время подготовки полета и выполнения регламентных и ремонтных работ.

7. Требования по производственно-технологическому комплексу. Конструкция агрегатов и узлов должна быть рассчитана на возможность применения наиболее прогрессивных и экономичных технологических процессов при данном объеме производства.

Все эти требования также справедливы и к каждой составной части самолета в отдельности, в том числе и к рассматриваемой в данной дипломной работе.

Фонарь – это прозрачная часть пилотской кабины, находящаяся в носовой части самолета, необходимая пилотам для обзора окружающего самолет пространства и защищающая их и пассажиров от погодных условий, шума и воздействия потока встречного воздуха.

Фонарь кабины пилотов состоит из каркаса, который выполнен преимущественно из металла, и остекления, которое производится из силикатного или органического стекла. Конструкция фонаря должна быть наиболее обтекаемой формы для минимизации сопротивления воздуха (рис 1.1).

На пассажирских самолетах, в отличие от тех же истребителей, фонарь кабины пилотов жестко соединен с фюзеляжем и является его неотъемлемой частью. В нем имеются лишь несколько отдельных подвижных участков, так называемых форточек, которые помогают экипажу связываться с наземным персоналом, а также могут быть использованы для аварийного покидания самолета экипажем.

В данной дипломной работе была рассмотрена такая сборочная единица, как фонарь кабины пилотов самолета ТУ-214.

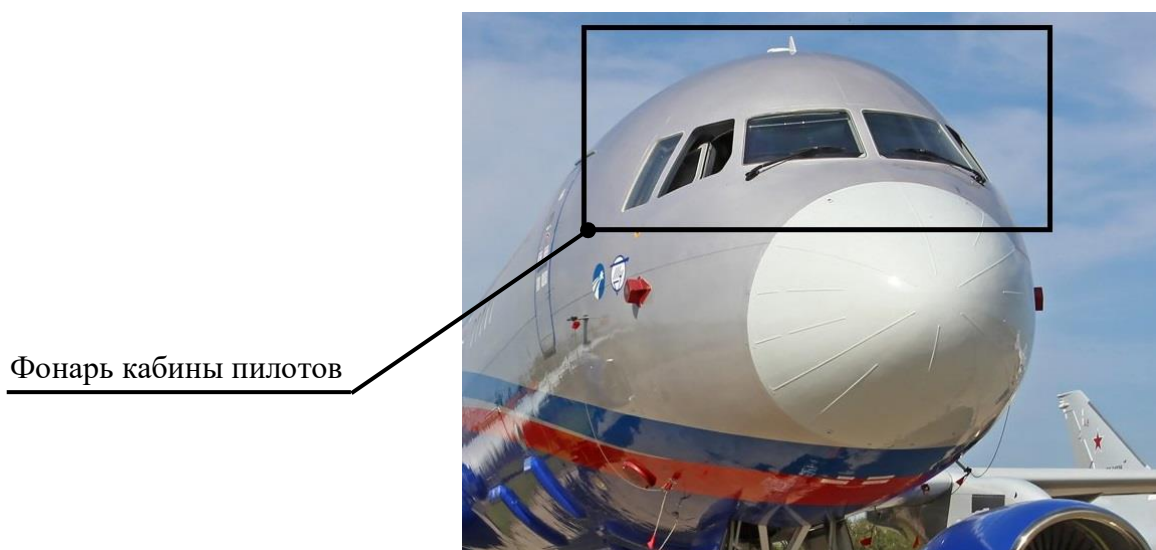


Рисунок 1.1. Фонарь кабины пилотов самолета ТУ-214.

2. Выбор способа базирования сборочной единицы (СЕ).

2.1. Методы способов базирования сборочной единицы (СЕ).

Методы сборки характеризуют, как можно базировать и с помощью каких средств можно устанавливать и скреплять детали друг относительно друга в целях обеспечения их точного и правильного взаиморасположения при сборке в собираемом изделии (рис. 2.1).

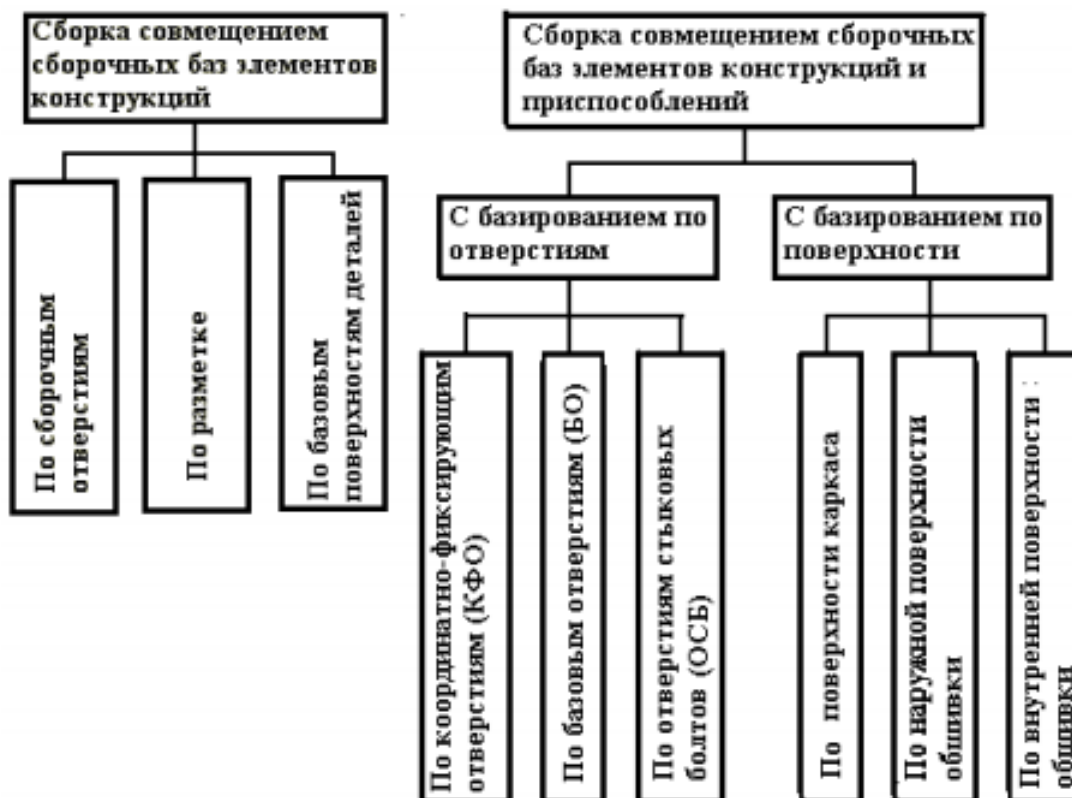


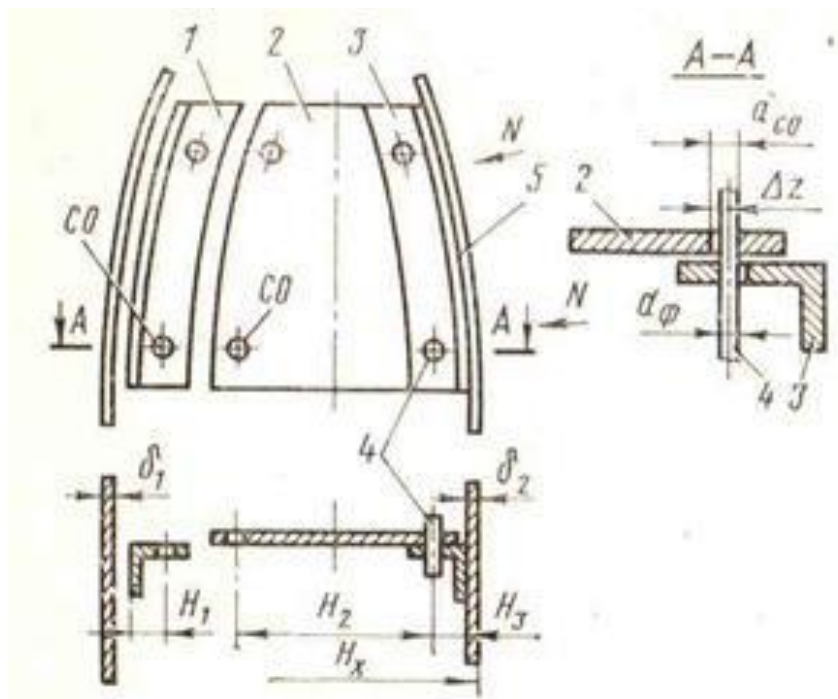
Рисунок 2.1. Классификация методов сборки.

1. *Базирование по сборочным отверстиям* используется в случае, когда собираемые детали соединяются посредством заклепочного или болтового соединения (рис. 2.2).

На сборку детали приходят после обработки с окончательными размерами и уже просверленными сборочными отверстиями.

Плюсами сборки по сборочным отверстиям являются низкая трудоемкость и простота процесса, короткий цикл сборки, возможность занятия сборкой рабочих с невысокой квалификацией.

Основные минусы данного способа – невысокая результативность сборочной точности и необходимость выполнения деталей с высокой точностью.

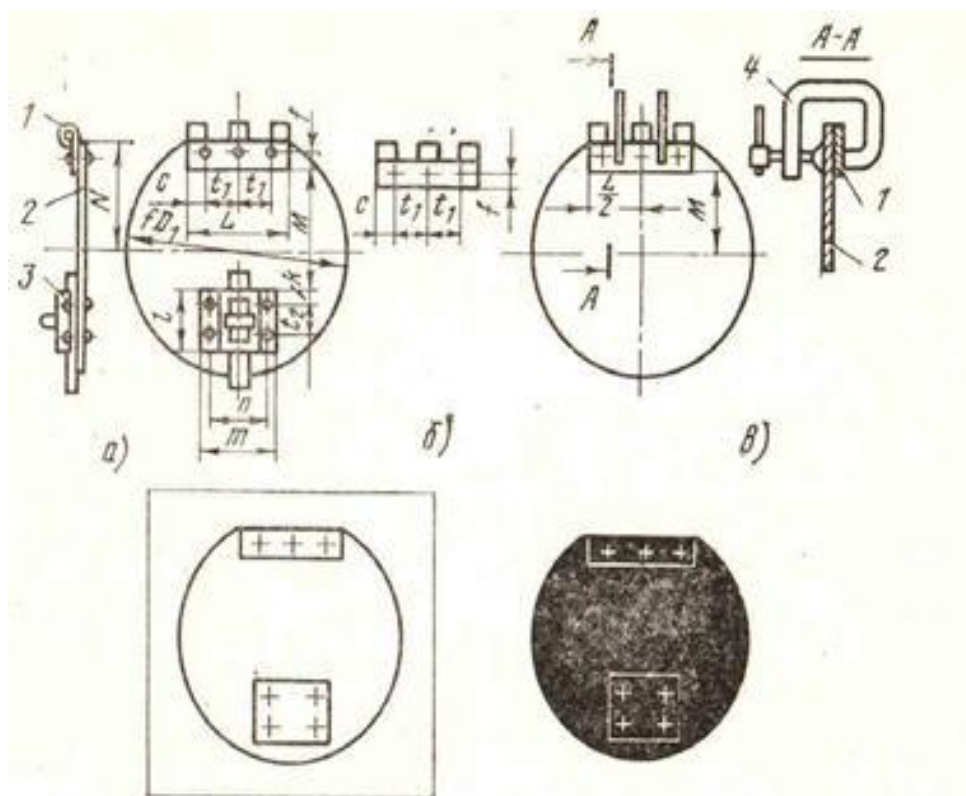


1 и 3 – профили; 2 – стенка; 4 – фиксаторы; 5 - обшивка

Рисунок 2.2. Сборка агрегата с базированием по СО.

2. Следующим способом сборки является *базирование по разметке*. Оно используется для сборки узлов, которые имеют основную деталь с базовой поверхностью, на которой можно начертить линии разметки и нанести точки для соединения с ней других деталей (рис 2.3).

Данный способ сборки помогает не использовать и увязывать направляющие и сборочные отверстия, не применять дополнительные шаблоны и не изготавливать сборочную оснастку. Это главные преимущества данного метода, поэтому он нашел свое применение в экспериментальном и опытно-производстве.



1 – петля; 2 – диск; 3 – замок; 4 - струбина

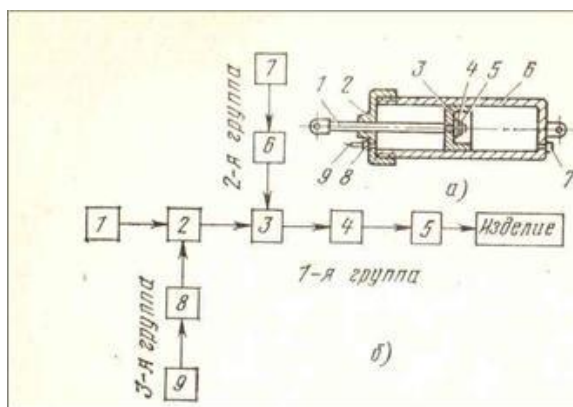
Рис. 2.3. Сборка лючка по разметке.

3. *Базирование по базовым поверхностям деталей* применяется для сборки узлов, которые собираются из жестких деталей, которые сохраняют свою форму и размеры под действием собственной массы (рис. 2.4).

Сущность этого метода заключается в том, что одна из сборочных деталей является базовой и к ней присоединяют остальные узловые детали в определенной последовательности.

Высокое качество изготовления деталей (соблюдение зазоров и натягов) позволяет достаточно быстро собрать узел, так как доработка и подгонка деталей не требуется.

Обычно детали при таком методе базируют на верстаках, но иногда используют и приспособления, удерживающие собираемое изделие в необходимом положении. Главный плюс данного метода – малозначительные затраты на оснащение.

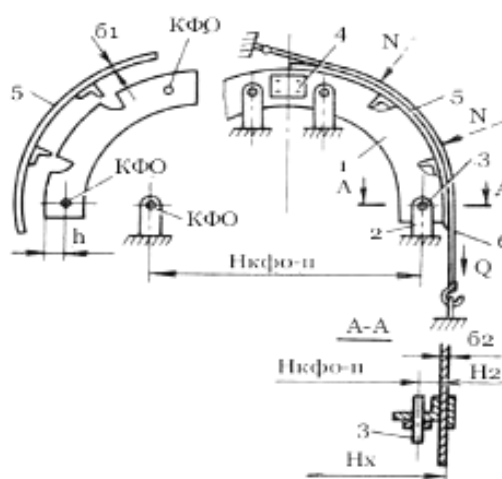


а) эскиз цилиндра; б) схема сборки: 1 - шток; 2 – крышка; 3 – поршень;
4 – шайба; 5 – гайка; 6 – цилиндр; 7 и 8 – шурупы; 9 -шланг

Рис.2.4. Схема сборки цилиндра по базовой детали

4. *Метод сборки с базированием по координатно-фиксирующим отверстиям (КФО)* используется в том случае, когда сборка узла не допускает основной базовой поверхности и необходимо использовать координатную плиту - специальное сборочное приспособление, в котором возможно проводить сопряжение и базирование деталей по специальным КФО (рис 2.5).

Основная сборочная база в данном методе – отверстия КФО в координатной плите, по которым сверлятся увязанные КФО в узловых деталях.



1 – шпангоут; 2 – вилка; 3- фиксатор; 4 – накладка; 5 – панель; 6 – лента.

Рис. 2.5. Базирование по КФО:

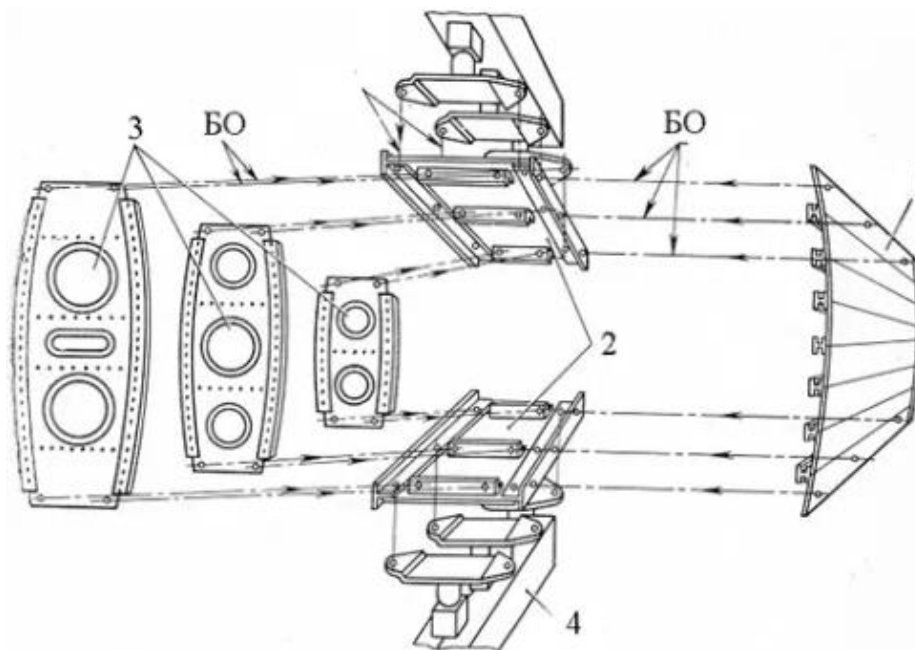
5. *Метод сборки по базовым отверстиям* заключается в установки входящих деталей и сборочных единиц на базовый узел по базовым отверстиям, которые расположены в плоскостях и обводах соединяемых сборочных единиц (рис 2.6).

Базовые отверстия (БО) необходимы для ориентации деталей в сборочном приспособлении при сборке. Они являются технологическими и не увязываются с другими отверстиями, которые имеют конструктивный характер, и в конце сборки заглушаются.

Базовые отверстия пробиваются либо на базовых осях подборок либо же на расстояниях, которые кратны 25..50 мм. Система базовых отверстий позволяет устанавливать единые базы для обработки и сборки деталей, узлов и агрегатов.

Базирование по БО лучше всего использовать при сборке деталей, узлов, панелей, агрегатов и отсеков средних и тяжелых вертолетов и самолетов.

Сборка по БО по сути своей является универсальной и достаточно хорошо может сочетаться с другими сборочными методами.

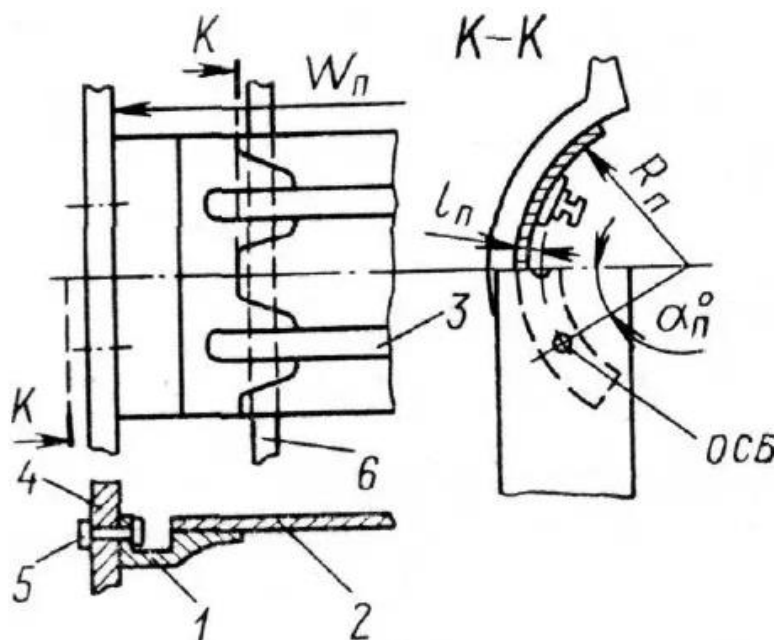


1 – панель; 2 – лонжероны; 3 – нервюры; 4 - СП

Рис. 2.6. Базирование по БО:

6. Метод сборки с базированием по отверстиям под стыковые болты (ОСБ) заключается в базировании стыковых узлов агрегата в сборочное положение по уже просверленным в них отверстиям под стыковые болты и соответствующим им отверстиям в сборочном приспособлении.

Этот метод сборки применяется в эксплуатационных и конструктивных стыках и разъемах. Детали, которые входят в стыковые соединения, требуют довольно высокой точности, потому что даже небольшие неточности в их производстве могут привести к долгим доработкам и могут нарушить точность воспроизведения аэродинамических обводов изделия.

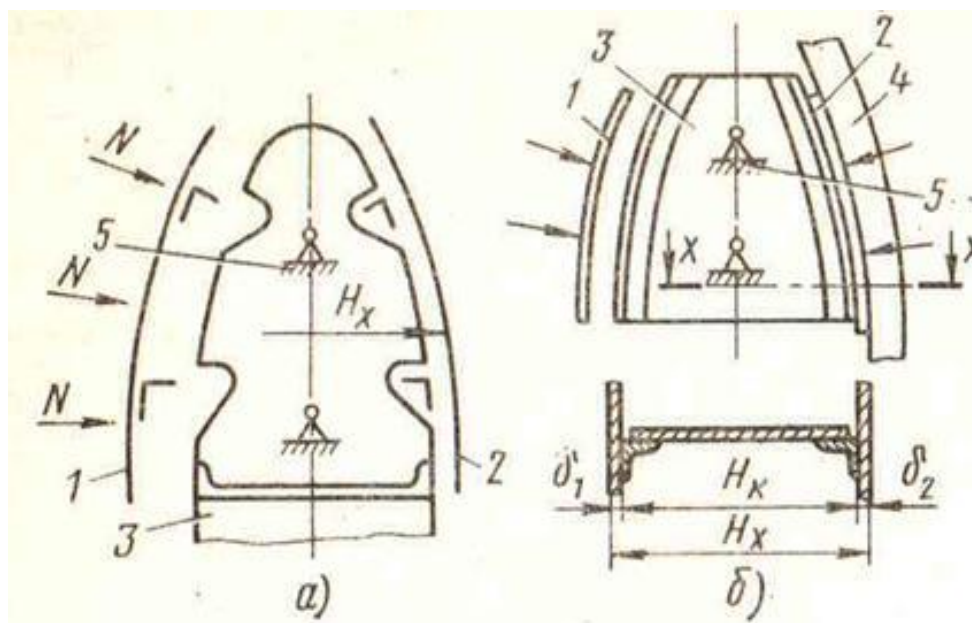


1 – стыковой узел (гребенка); 2 – обшивка; 3 – стрингер; 4 – плита стыка СП; 5 – технологический болт; 6 – рубильник

Рис. 2.7. Базирование по ОСБ:

7. Базирование по поверхности каркаса заключается в том, что элементы каркаса осуществляют взаимную координацию деталей за счет прижима их к базовым поверхностям сборочного приспособления. После этого на собранный каркас устанавливается панель или обшивка (рис. 2.8).

В данном методе погрешности, которые образуются на обводообразующих частях каркаса, всецело переносятся на окончательные обводы уже собранного изделия. Из этого вытекает, что при установке панели или обшивки будет невозможно исправить погрешности, которые образовались. Чтобы этого избежать необходимо добиваться наивысшей точности обводов каркаса при его сборке.



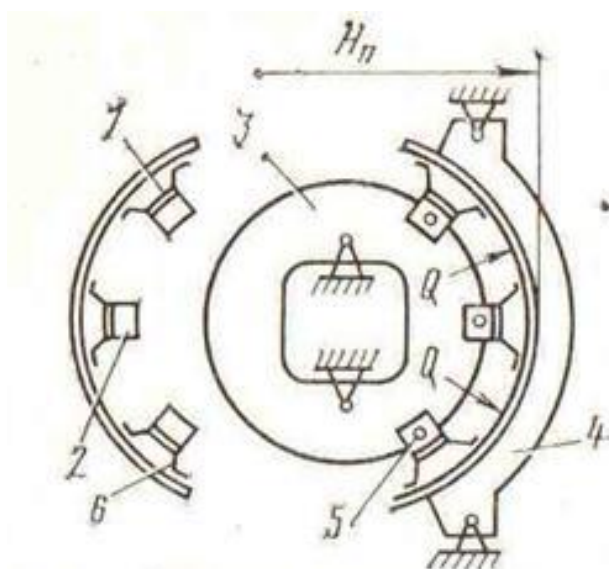
1 – панель до установки на каркас; 2 – панель установленная на каркас; 3 – каркас; 4 – элементы сборочного приспособления, прижимающие панель к каркасу; 5 – фиксация каркаса в сборочном приспособлении

Рис. 2.8. Схема базирования по поверхности каркаса:

8. Сборка с базированием по внешней поверхности обшивки происходит таким образом: панели или листы обшивки базируются на рубильники сборочного приспособления, контур которых является отраженным контуром этих панелей или листов обшивки (рис. 2.9)

При сборке с базированием по внешней поверхности обшивки - обшивка (панель) прижимается внешней поверхностью обшивки к опорным поверхностям приспособления на период соединения её с каркасом.

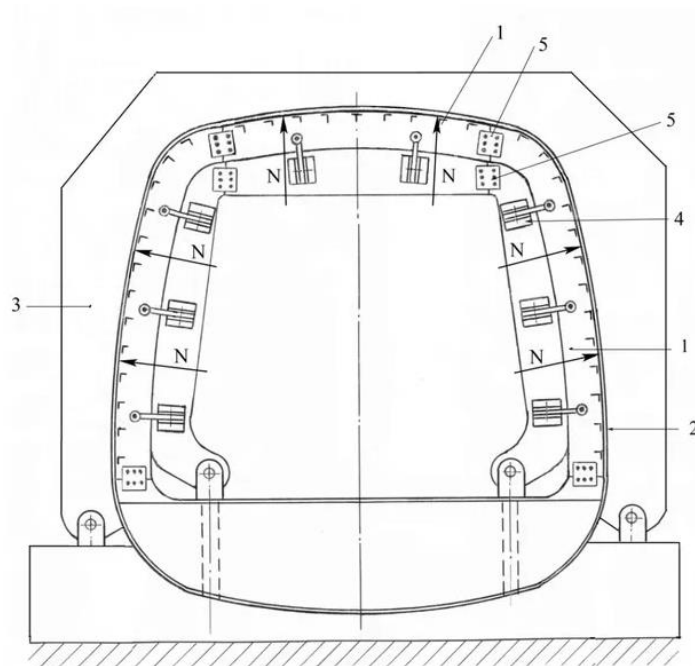
Сборка с базированием по внешней поверхности обшивки применяется в случаях сборки монолитной панели с нервюрами рамной конструкции, или панели с продольным набором имеющие в своем составе компенсирующие элементы. Точность внешних обводов агрегата при такой сборке определяется точностью положения базовых поверхностей в пространстве и точностью изготовления обводообразующих поверхностей рубильников сборочного приспособления.



1 – обшивка (панель); 2 – компенсатор; 3 – каркас; 4 – рубильники (ограничительные плиты) СП; 5 – соединительный элемент (заклепка, болт, клей); 6 – стрингер

Рис. 2.9. Сборка с базированием по внешней поверхности обшивки:

9. *Базирование по внутренней поверхности обшивки* отличается тем, что в ней базовые элементы сборочных приспособлений могут и не иметь связи с каркасом приспособления и прикрепляться к предварительно установленным деталям в конструкции изделия. Этими базовыми элементами обычно являются макетные нервюры или шпангоуты, и они устанавливаются по месту размещения реальных деталей конструкции изделия (рис. 2.10).



1 – каркас отсека; 2 – обшивка в сборе со стрингерами и компенсаторами; 3 – рубильники; 4 – фиксаторы каркаса по КФО; 5 – накладки для соединения шпангоута

Рис. 2.10. Сборка с базированием по внутренней поверхности обшивки:

Методы базирования, которые рассмотрены выше, обычно применяются не в одиночку, а сочетаются между собой для более удобной сборки агрегата. Если при сборке используется не одна, а несколько баз, то основным методом базирования – это тот, при котором формируются наружные обводы агрегата, узла или отсека. Если требования по точности выполняются несколькими методами, то выбирается тот, который имеет наивысшие технико-экономические показатели. Данные показатели получаются путем технико-экономических расчетов при разработке тех. процесса при использовании специальных прикладных программ.

В сфере подготовки производства сборки узлов, агрегатов, панелей наивысшие технико-экономические показатели имеют методы базирования по КФО, СО и по внутренней поверхности обшивки. Финансовые и трудоемкие затраты на оснастку для сборки и изготовления панелей и узлов при использовании метода базирования по КФО и СО составляют около 35-45% затрат в сравнении с методами базирования по поверхности каркаса или

внешней поверхности обшивки. Это объясняется тем, что при методах базирования по КФО, СО и внутренней поверхности обшивки требуется менее трудоемкая, простая и дешевая оснастка. При сборке по КФО, СО сборочные приспособления имеют небольшое количество колонн, балок, ложементов и в большинстве случаев совсем не имеют рубильников, которые необходимы в сборочных приспособлениях, которые используются методы базирования по поверхности каркаса и по внешней поверхности обшивки. При методе базирования по СО многие агрегаты, узлы и панели собираются без приспособлений – на верстаках, столах или переналаживаемых СП. Это обстоятельство приводит к понижению трудоемкости, себестоимости изготовления оснастки, расхода металла на ее изготовления, а также к уменьшению количества необходимой для сборки оснастки.

При рассмотрении технико-экономических показателей методов базирования в сфере основного производства себестоимость метода базирования по поверхности каркаса выше метода базирования по внешней поверхности обшивки. Это обуславливается тем, что при методе базирования по поверхности каркаса объем работ по панелированию уменьшается, но значительно увеличивается объем клепальных работ, которые выполняются в стапелях общей сборки агрегатов преимущественно ручными инструментами (пневмомолотками или пневмодрелями). Обстоятельствами, которые повышают технико-экономические показатели в области основного производства, могут являться большой объем панелирования, применение клепки и сборки панелей на самостоятельных участках работы, уменьшение объемов клепально-сборочных работ при сборке агрегатов и отсеков, а также применение более совершенных сборочных приспособлений.

2.2. Выбор способа базирования сборочной единицы в данной работе.

В данной дипломной работе будут использованы методы сборки с базированием по поверхности каркаса, по внешней поверхности обшивки и по внутренней поверхности каркаса, а также базирование по координатно-фиксирующим отверстиям. Все эти способы имеют наивысшую точность сборки, что является основным фактором производства узлов и агрегатов ЛА, а также наиболее подходят под использование технологии лазерного трекера.

Чтобы реализовать данные методы имеется необходимость в сборочной оснастке, выполненной с высокой точностью.

3. Выбор типа сборочного приспособления (СП).

3.1 Описание типов сборочных приспособлений (СП).

Сборочное приспособление – это устройство, которое предназначено для обеспечения базирования и установки деталей и узлов в сборочное положение относительно теоретического контура и базовых осей, а также для обеспечения соединения деталей и узлов агрегата в сборочную единицу.

Стапель – крупногабаритное стационарное СП, которое оборудовано вспомогательной оснасткой (настилы, лестницы, подвод воздуха, освещение).

К сборочным приспособлениям предъявляются следующие требования:

- сохранение точных размеров в процессе сборки сборочной единицы;
- рациональные и приемлимые размеры приспособления для целесообразности использования производственных площадей;
- обеспечение достаточной свободы подхода к элементам приспособления для установки деталей и узлов и их соединения друг с другом;
- обеспечение в конструкции приспособления большого процента стандартизированных элементов с целью обеспечения дешевизны производства и сокращения сроков создания и изготовления приспособления;
- обеспечение свободной установки деталей и узлов, и беззатруднительного выема собранной сборочной единицы из приспособления;
- обеспечение безопасной работы в приспособлении.

В зависимости от универсальности сборочных приспособлений разделяют на следующие группы:

- специальные СП;
- специализированные СП.

Специальное СП – сборочное приспособление для сборки какой-либо одной сборочной единицы, например крыла, отсека фюзеляжа или элемента механизации. Такие приспособления могут быть разборными и неразборными. Если в производстве меняется тип самолета, то элементы специального

сборочного приспособления могут быть многократно использованы для его изготовления.

Специализированное СП - сборочное приспособление для сборки каких-либо однотипных по конструктивно-технологическому признаку сборочных единиц (шпангоуты фюзеляжа). Такие СП часто бывают полностью стандартизированы. Высокая сборочная точность в таких приспособлениях достигается при помощи наладки или настройки входящих в них базирующих элементов.

Также СП могут классифицироваться по типам выполняемых в них соединений:

- склейка;
- пайка;
- сварка;
- клепка;
- болтовое соединение.

По компоновке СП подразделяются на несколько видов:

- стационарное;
- поворотное;
- ориентируемое;
- приспособление-спутник.

В большинстве своем приспособления выполняют *стационарными*, т.е. неподвижными. *Поворотные или ориентируемые* приспособления используются для удобства сборки небольших узлов или деталей. А если производство может обеспечить высокий уровень автоматизации, то СП может использовать *приспособление-спутник*.

По степени унификации СП могут подразделяться на:

- уникальные;
- унифицированное;
- стандартное.

Сборочное приспособление обычно является сложной пространственной конструкцией, которая состоит из нескольких элементов:

- *каркаса*, который состоит из рам, балок, колонн и стоек, на которых монтируются все основные элементы приспособления.
- *базирующих элементов* (ложементов, рубильников, фиксаторов БО, КФО, ОСБ, плиты стыка/разъёма и т.д.);
- *установочных элементов*, на которые закрепляются базирующие элементы (кронштейны, вилки, стаканы);
- *фиксируемых элементов* (прижимы, зажимы, фиксаторы);
- *вспомогательные элементы* (механизация, освещение, хранение, передвижение, обслуживание).

Каркас должен соответствовать высоким требованиям жесткости и прочности. По точности высоких требований к каркасу не предъявляют, поэтому обычно он выполняется из дешевых материалов (сталь, чугун, бетон).

Каркас изготавливается из отдельных элементов, которые соединяются между собой сваркой (неразъемная рамная конструкция) или болтами (сборно-разборная конструкция).

Базирующие элементы выполняют функции баз для сборки, которые сопрягаются с ответной базой детали или узла.

Ложементы и рубильники являются основными базирующими элементами СП. Они служат для установки элементов каркаса собираемого изделия в сборочное положение. Обводы ложементов и рубильников повторяют контур собираемого изделия. Они могут выполняться несколькими методами:

- фрезерованием по управляющей программе;
- в инструментальном стенде слепок по эталону;
- в плаз-кондукторе слепок по шаблону.

Плиты разъема или стыка служат для фиксации фланцевых стыков собираемого агрегата по отверстиям обводам. Плиты обычно выполняют из

листов стали толщиной около 25..30 мм. Для увеличения жесткости конструкции их монтируют на фермах или рамах.

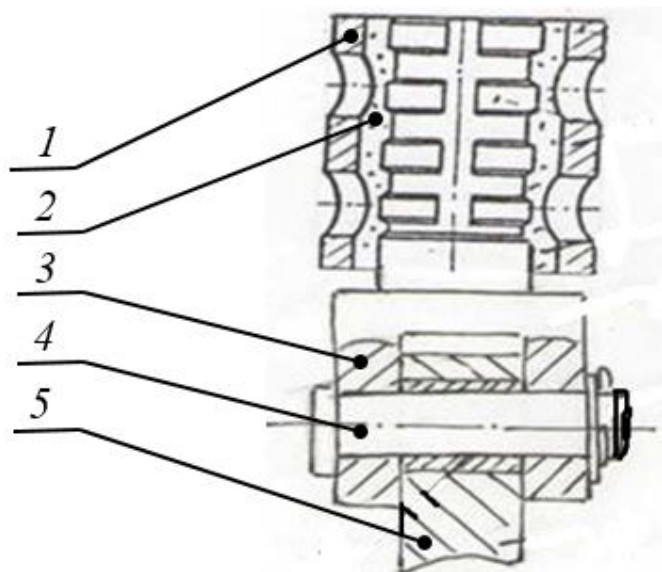
Установочные элементы выполняют функции базисуемых элементов. Они являются промежуточным звеном между базисуемыми элементами и каркасом.

Существует несколько технологий установочных элементов:

- традиционная;
- современная.

Традиционная технология подразумевает то, что базисуемые элементы крепятся к каркасу при помощи стаканов и вилок, которые фиксируются в стакане с помощью карбинольного цемента (рис. 3.1)

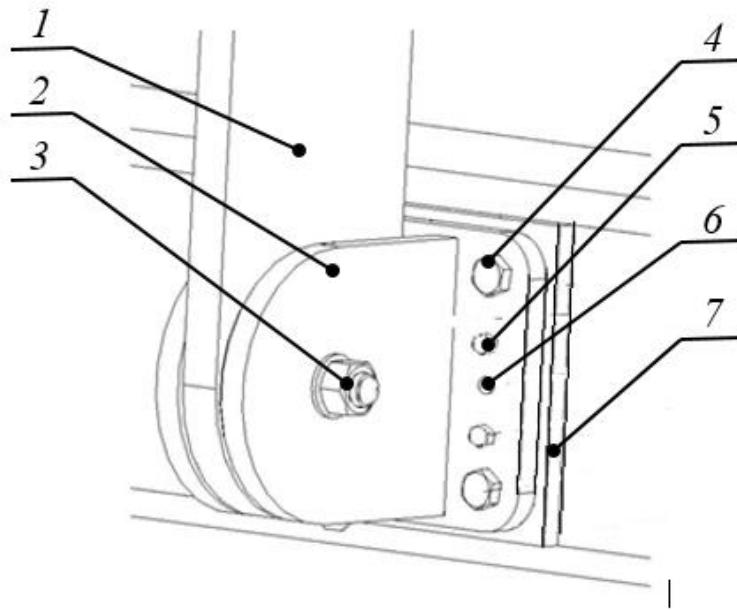
Вилки бывают самой разной конфигурации (ухо, полувилка, вилка, втулка). *Стакан* является ответным узлом вилки. Обычно он крепится на каркасе с помощью сварки или болтового соединения.



1 – стакан; 2- карбинольный цемент; 3 – вилка; 4 – крепеж; 5 – рубильник.

Рисунок 3.1. Традиционная технология установочных элементов.

В современной технологии при установке базисуемых элементов используются кронштейны, которые крепятся на каркас с помощью болтов и компенсаторов (стальные прокладки, цемент или клей) (рис. 3.2).



1 – ложемент; 2- кронштейн; 3 – болтовое соединение; 4 – фиксирующий болт; 5 – домкратный болт; 6 – штифт для фиксации; 7 – компенсирующая прокладка.

Рисунок 3.2. Современная технология установочных элементов.

Фиксирующие элементы обеспечивают неподвижность деталей во время сборки. Они непосредственно соприкасаются с точками, плоскостями и аэродинамическими обводами элементов узла, агрегата или панели, которые собираются в приспособлении, фиксируют и определяют их положение. Фиксирующие элементы должны выполняться с высокой жесткостью и точностью, так как они непосредственно взаимодействуют со сборочной единицей.

Фиксирующие элементы могут быть как унифицированными, так и уникальными. Это может зависеть от типов стандартов и нормалей, которые приняты на производстве.

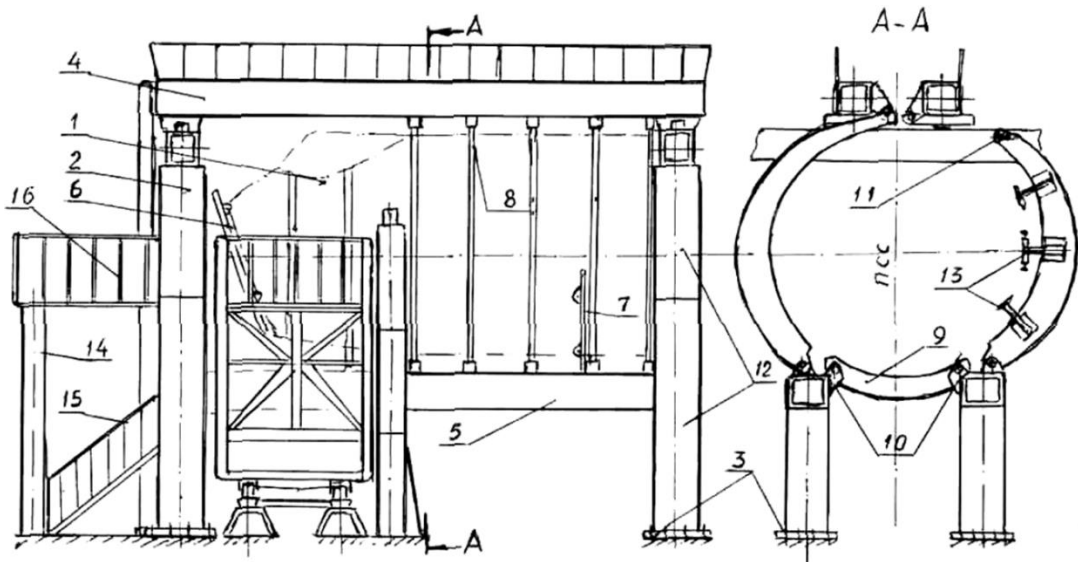
Вспомогательные элементы позволяют расширить возможности основных сборочных элементов. Существует несколько видов таких элементов:

- элементы механизации – это устройства для позиционирования инструмента при разделке отверстий (кондукторы, разделочные плиты и тд), закрепления и подъема базирующих элементов (редукторы поворота, рычажные устройства, пневматические и гидравлические подъемники и тд),

механизированного выполнения отверстий (цековально-сверильные головки и тд).

- элементы хранения – это разнообразные ящики, короба, стеллажи для хранения инструментов, оборудования и деталей, а также элементы защиты и консервации деталей;
- элементы передвижения – это разные тележки, транспортеры, которые необходимы для передвижения агрегатов СП при сборке;
- элементы энергоснабжения – оборудование для обеспечения работы пневмо- и гидро- инструмента, а также элементы освещения и привода электрооборудования;
- элементы обслуживания – это разнообразные лестницы, настилы, рабочие площадки, помосты, ограждения для лучшего и удобного доступа к элементам СП.

Пример сборочного приспособления представлен на рисунке 3.3 на примере стапеля сборки отсека фюзеляжа.



- 1 – объект сборки; 2 – колонна; 3 – основание; 4, 5 – верхняя и нижняя балки; 6 – плита стыка; 7 – плита-фиксатор; 8 – рубильники; 9 – ложементы; 10 – установочные элементы (стаканы); 11 – заливочные элементы; 12 – блоки колонн каркаса; 13 – прижимы; 14 – стойка; 15 – лестница; 16 – рабочая площадка.

Рисунок 3.3. Стапель сборки отсека фюзеляжа.

3.2 Выбор типа сборочного приспособления в данной работе.

В данной дипломной работе было решено использовать стационарное специальное СП для сборки фонаря кабины пилотов с использованием болтовых и заклепочных соединений.

Каркас будет представлять собой балочную конструкцию с тумбами для регулировки габаритов рамы и фиксации ее в цеху.

В качестве базирующих элементов будут использоваться ложементы по дугам и балкам, на которых будут установлены фиксирующие элементы в виде уникальных прижимов, ложементов, зажимов и фиксаторов.

Установочные элементы будут выполнены по современной технологии в виде кронштейнов с компенсаторами.

4. Разработка схемы сборки сборочной единицы.

4.1 Разработка схемы сборки фонаря кабины пилотов.

Фонарь (поз. 1) находится в носовой части самолета (рис. 4.1). Фонарь кабины пилотов состоит из 2ух подборок - силовой рамы с окнами (поз.2) и с установленным на ней продольно-поперечным силовым набором с подкрепленными к нему панелями (поз. 3).

Общий вид фонаря показан на рисунке 4.2.

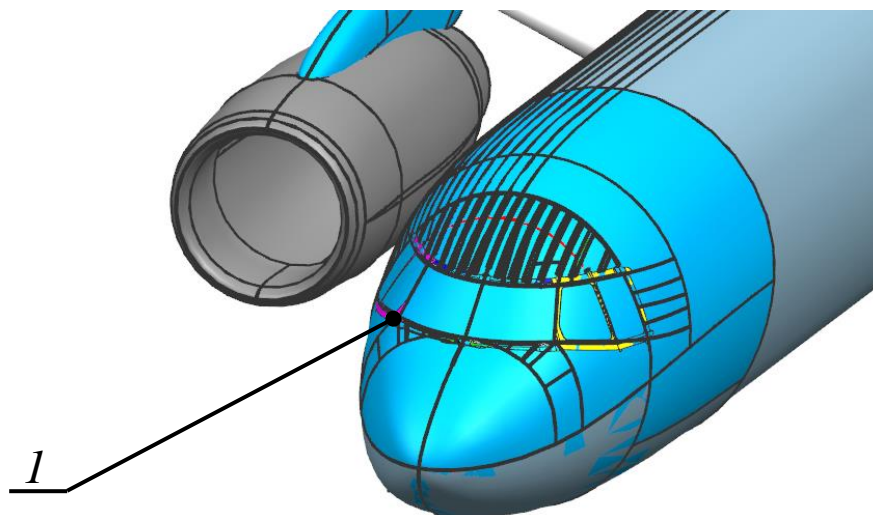


Рисунок 4.1 – положение фонаря на фюзеляже

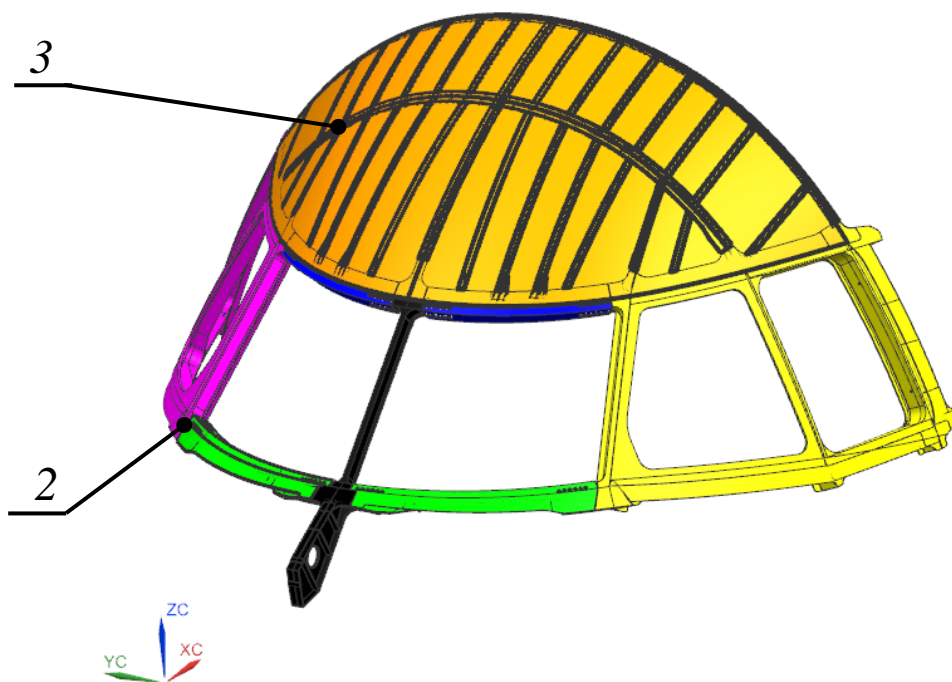


Рисунок 4.2 – Фонарь, общий вид

Конструкция силовой рамы фонаря (поз.2) представляет собой раму, состоящую из двух верхних (поз.4) и двух нижних (поз.5) лонжеронов, двух боковых рамок (поз.6) и стойкой по оси симметрии самолета (поз.7).

Составные элементы рамы фонаря выполняются методом фрезерования на станке с ЧПУ из цельной металлической плиты, дорабатываются механически и соединяются между собой посредством болтового соединения в отдельном приспособлении. После этих операций рама поставляется в сборочный цех.

Конструкция силовой рамы предоставлена на рисунке 1.3.

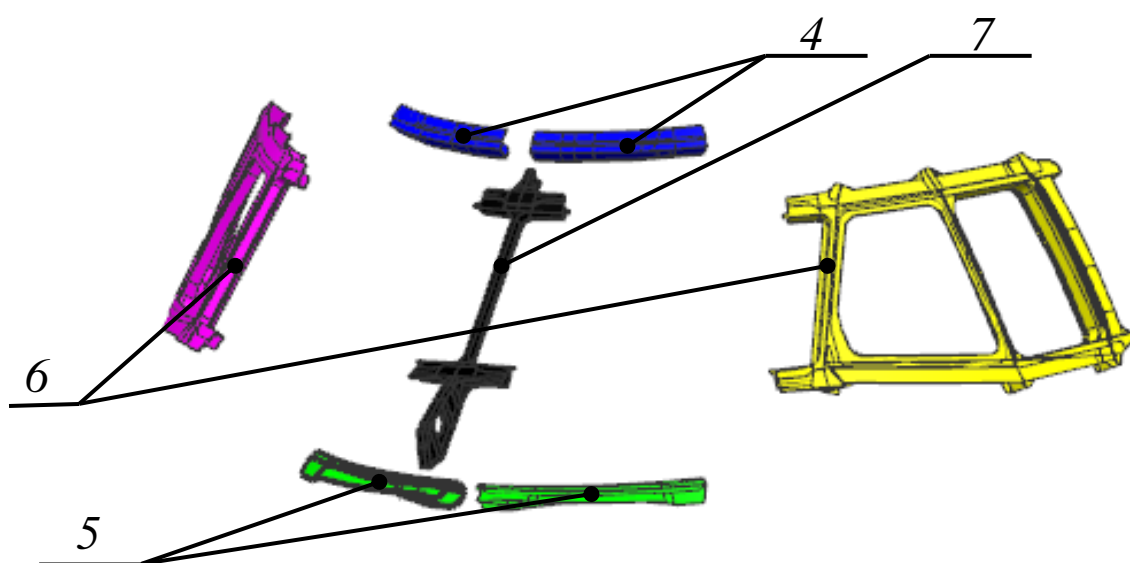


Рисунок 4.3 – Рама фонаря, разнесенный вид

Конструкция верхнего силового набора (поз.3), состоит из балки по оси симметрии самолета – стрингера 0 (поз.8), дуги по шпангоуту 4 (поз.9), дуги по шпангоуту 5 (поз.10), стрингерного набора, который состоит из 14 стрингеров (стр.1 – стр.7) (поз.11-поз.17) и двух листов обшивки (поз.18).

Составные элементы конструкции верхнего силового набора изготавливаются методом фрезерования на станке с ЧПУ и методами гибки-прокатки, после чего поставляются в сборочный цех и устанавливаются в приспособлении по определенной технологии.

Конструкция продольно-поперечного силового набора предоставлена на рисунке 4.4.

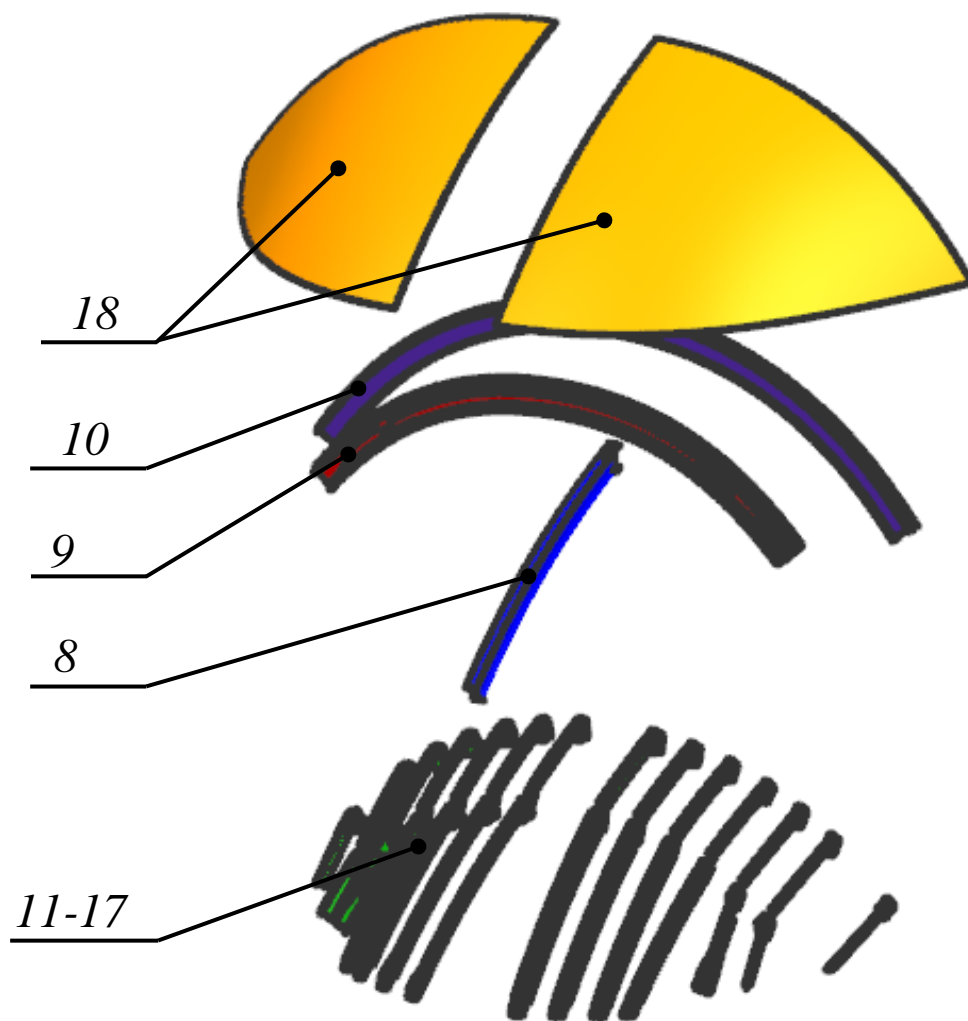


Рисунок 4.4 – Верхний продольно-поперечный силовой набор, разнесенный вид

Дуги по шпангоутам 4 и 5, а также балка по оси симметрии самолета устанавливаются на раму посредством болтового соединения за счет перестыковочных накладок (поз.19-поз.21). Стрингерный набор прикрепляется к дугам посредством болтов при помощи перестыковочных фитингов (поз.22-23), а к раме с помощью перестыковочных кронштейнов по каждому стрингеру (поз.24-30) болтовым соединением. Обшивка же подкрепляется сверху на продольно-поперечный силовой набор с использованием заклепочного соединения.

Соединение элементов конструкции фонаря между собой представлено на рисунках 4.5, 4.6, 4.7, 4.8 и 4.9.

Полный перечень деталей сборочной единицы представлен в спецификации (табл.1).

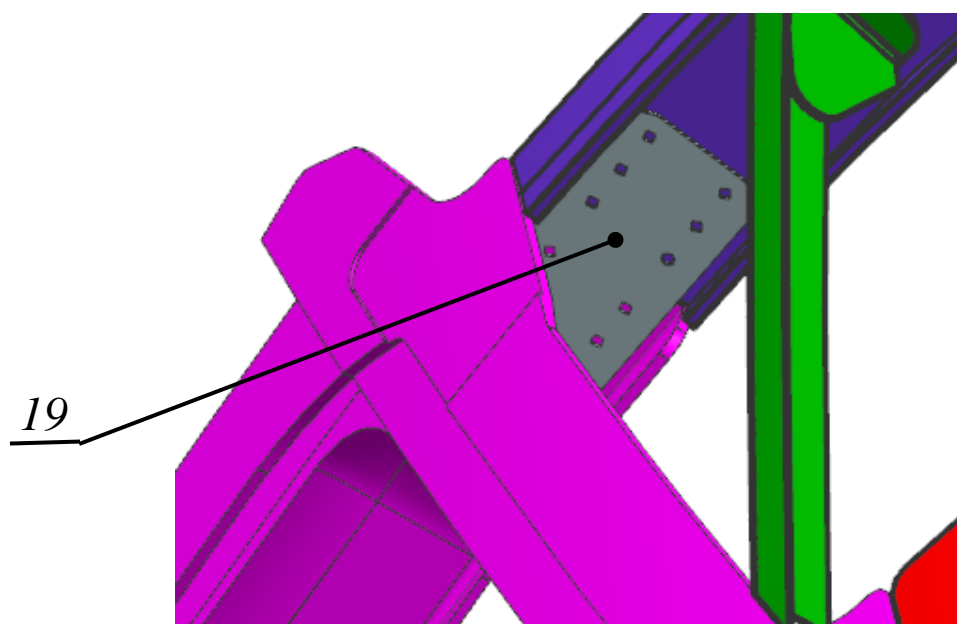


Рисунок 4.5 – Перестыковочная накладка

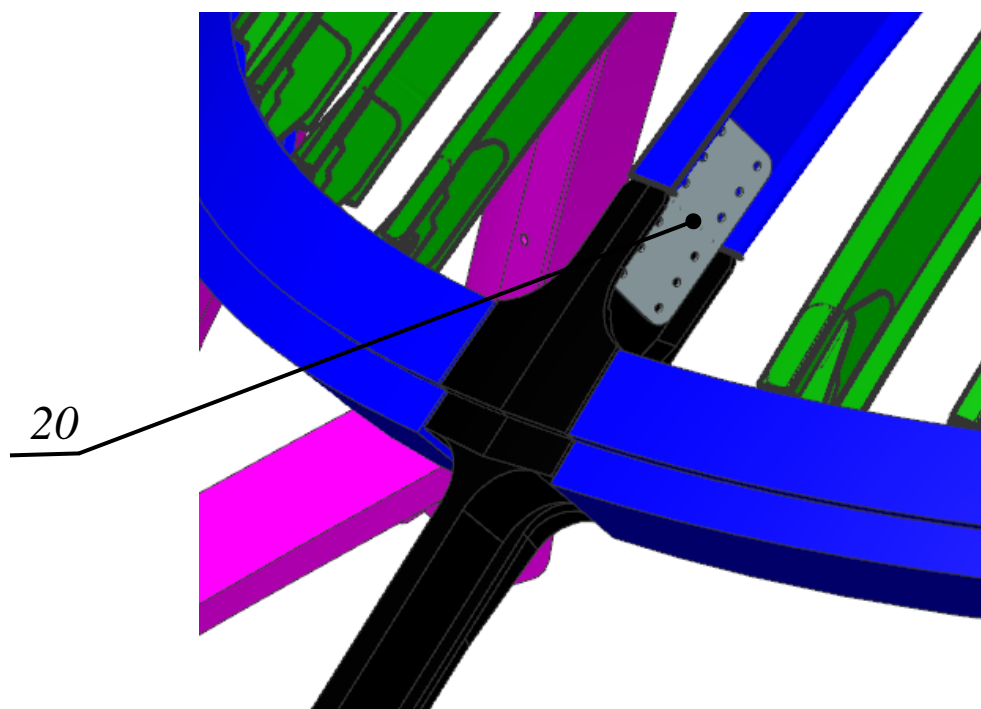


Рисунок 4.6 – Перестыковочная накладка

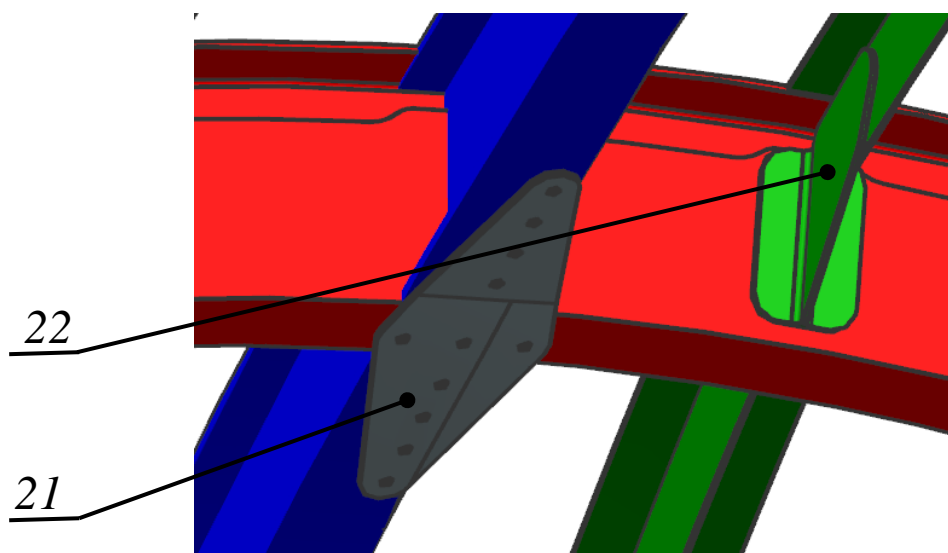


Рисунок 4.7 – Перестыковочная накладка и фитинг

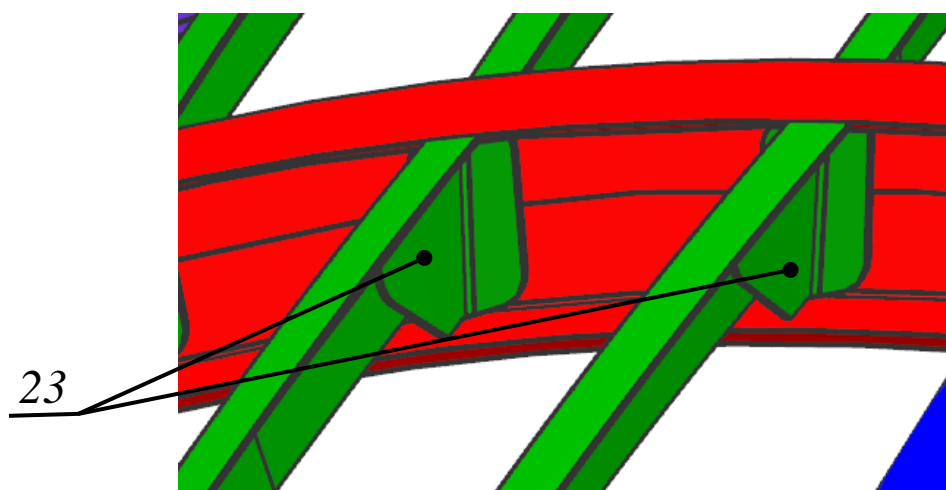


Рисунок 4.8 – Перестыковочные фитинги

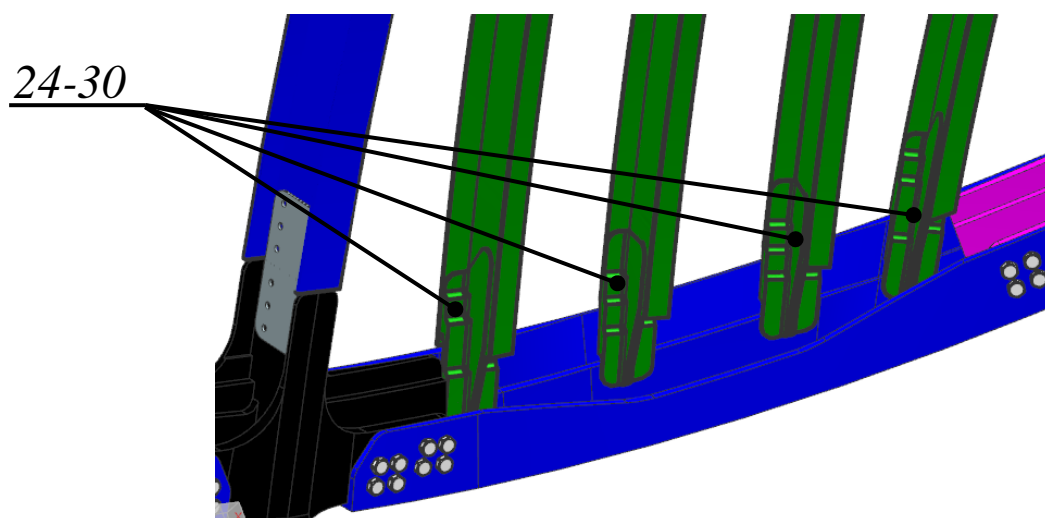


Рисунок 4.9 – Перестыковочные кронштейны

Таблица 1.1. Спецификация сборочной единицы.

Поз.	Наименование	Имя файла (модели)	Количество	Примечание
Сборочная единица				
1	Фонарь кабины пилотов	Фонарь.prt	1	
Подборки				
2	Рама фонаря	Рама фонаря.prt	1	
3	Верхний продольно-поперечный силовой набор	Верхний продольно-поперечный силовой набор.prt	1	
Детали				
4	Верхний лонжерон	Верхний лонжерон.prt	1 – прав. 1 – лев.	
5	Нижний лонжерон	Нижний лонжерон.prt	1 – прав. 1 – лев.	
6	Рамка боковая	Рамка боковая.prt	1 – прав. 1 – лев.	
7	Стойка по оси симметрии самолета	Стойка по оси симметрии самолета.prt	1	
8	Балка по оси симметрии самолета	Балка по оси симметрии самолета.prt	1	
9	Дуга по шпангоуту №4	Дуга по шпангоуту №4.prt	1	
10	Дуга по шпангоуту №5	Дуга по шпангоуту №5.prt	1	
11	Стрингер №1	Стрингер №1.prt	1 – прав. 1 – лев.	
12	Стрингер №2	Стрингер №2.prt	1 – прав. 1 – лев.	
13	Стрингер №3	Стрингер №3.prt	1 – прав. 1 – лев.	
14	Стрингер №4	Стрингер №4.prt	1 – прав. 1 – лев.	
15	Стрингер №5	Стрингер №5.prt	1 – прав. 1 – лев.	
16	Стрингер №6	Стрингер №6.prt	1 – прав. 1 – лев.	
17	Стрингер №7	Стрингер №7.prt	1 – прав. 1 – лев.	
18	Лист обшивки	Лист обшивки.prt	1 – прав. 1 – лев.	

19	Перестыковочная накладка	Перестыковочная накладка.prt	12	
20	Перестыковочная накладка	Перестыковочная накладка.prt	2	
21	Перестыковочная накладка	Перестыковочная накладка.prt	1	
22	Перестыковочный фитинг	Перестыковочный фитинг.prt	12	
23	Перестыковочный фитинг	Перестыковочный фитинг.prt	24	
24	Перестыковочный кронштейн по стрингеру №1	Перестыковочный кронштейн по стрингеру №1.prt	1 – прав. 1 – лев.	
25	Перестыковочный кронштейн по стрингеру №2	Перестыковочный кронштейн по стрингеру №2.prt	1 – прав. 1 – лев.	
26	Перестыковочный кронштейн по стрингеру №3	Перестыковочный кронштейн по стрингеру №3.prt	1 – прав. 1 – лев.	
27	Перестыковочный кронштейн по стрингеру №4	Перестыковочный кронштейн по стрингеру №4.prt	1 – прав. 1 – лев.	
28	Перестыковочный кронштейн по стрингеру №5	Перестыковочный кронштейн по стрингеру №5.prt	1 – прав. 1 – лев.	
29	Перестыковочный кронштейн по стрингеру №6	Перестыковочный кронштейн по стрингеру №6.prt	1 – прав. 1 – лев.	
30	Перестыковочный кронштейн по стрингеру №7	Перестыковочный кронштейн по стрингеру №7.prt	1 – прав. 1 – лев.	

5. Проектирование и разработка 3D моделей каркаса СП, базовых, зажимных и установочных элементов СП.

5.1. Разработка 3D моделей каркаса СП.

Каркас сборочного приспособления выполняется в соответствии с возможностями предприятия и современными технологиями, которыми предприятие располагает. Было решено выполнить конструкцию каркаса составной для обеспечения наивысшей точности сборки данного каркаса. Также были рассмотрены возможности использования 5-ти координатного станка с ЧПУ и подвижной обрабатывающей головкой для обработки площадок под составные части каркаса и площадок на каркасе под установочные элементы (кронштейны) (рис. 5.1).

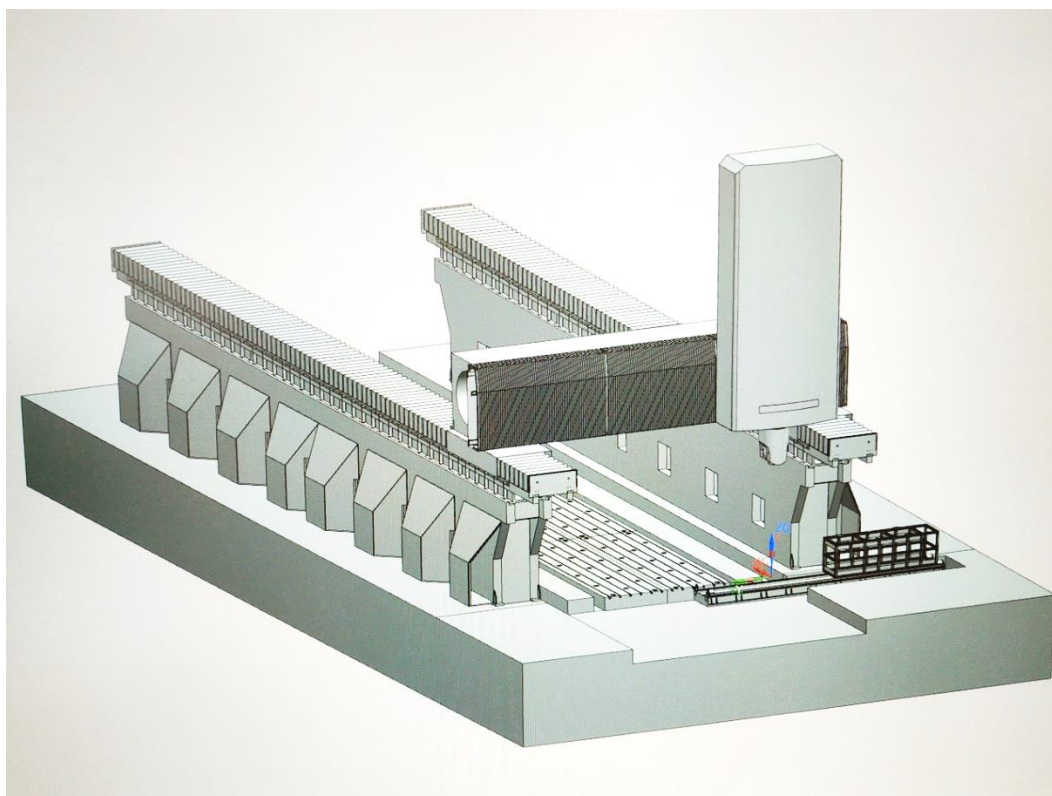


Рисунок 5.1 – 5-ти координатный станок с ЧПУ и подвижной головкой.

Каркас сборочного приспособления будет состоять преимущественно из стальных балок и пластин. Балки выполняются из 2ух швеллеров №16 сваренных между собой (рис. 5.2).

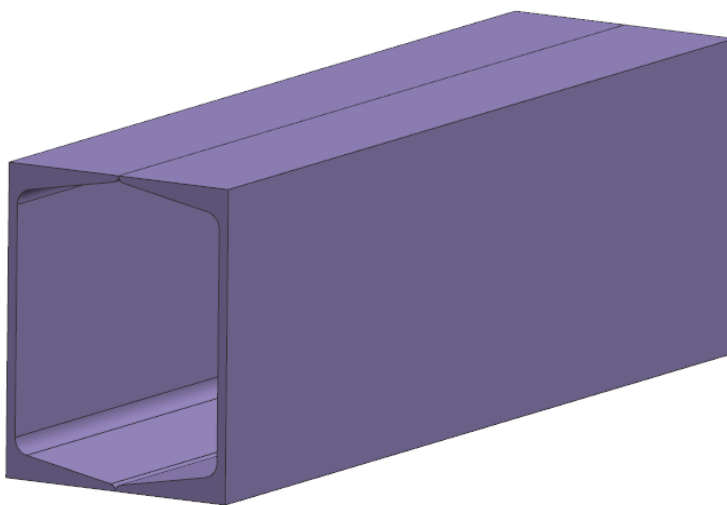


Рисунок 5.2 – Типовое изображение балки

Каркас будет устанавливаться на 5 стоек, выполненных из стальных (Ст.3) пластин толщиной 20мм и размерами 250X300мм, балки и ребер жесткости выполненных из таких же стальных пластин толщиной 10мм и размерами 200X60мм (рис. 5.3).

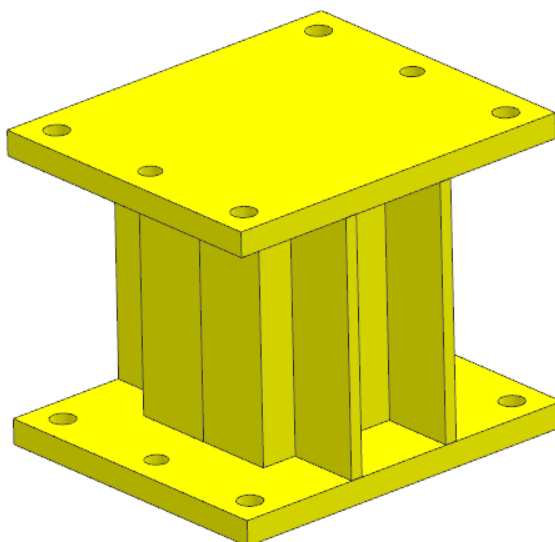
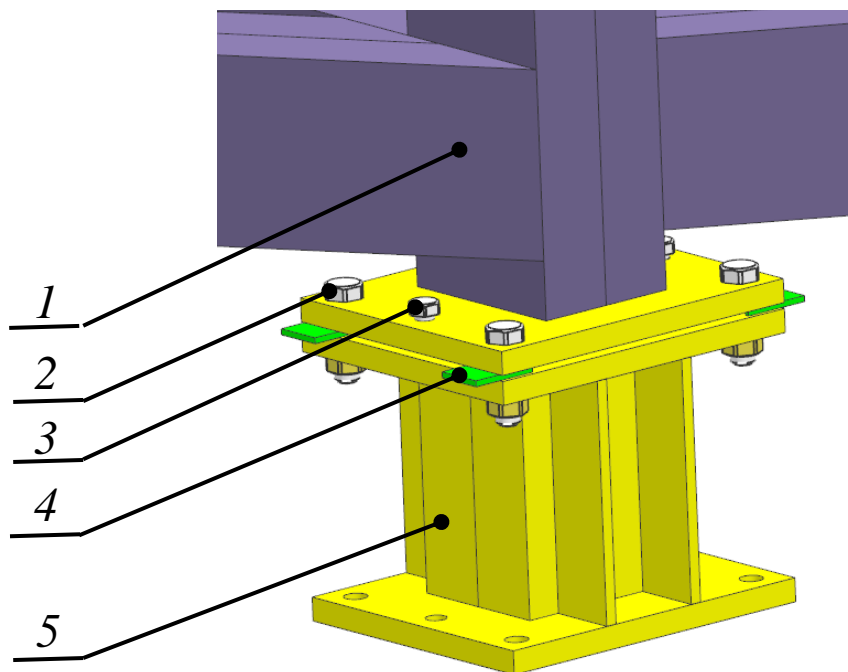


Рисунок 5.3 – Стойка сборочного приспособления.

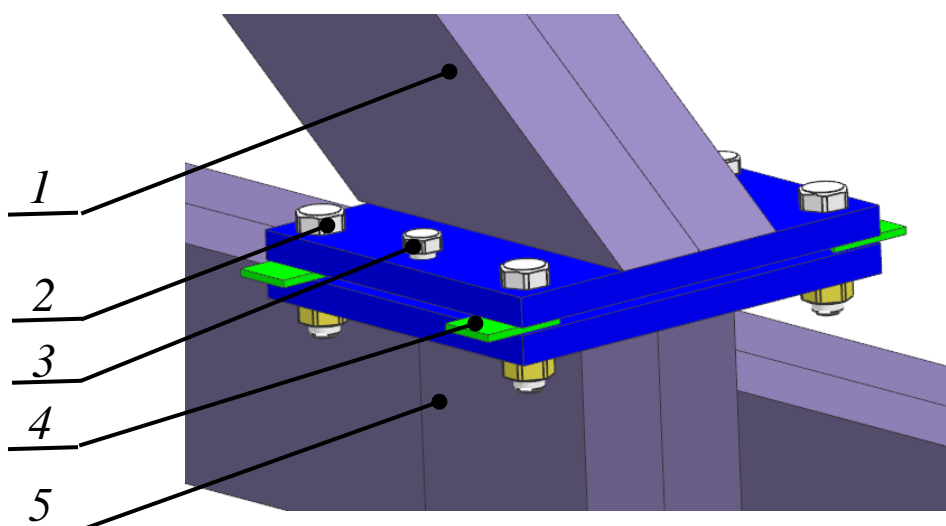
Стойки и составные части каркаса будут соединяться между собой при помощи болтового соединения и компенсирующих прокладок толщиной 5мм.

Данное соединение и типовой вид компенсирующих прокладок показаны на рисунках 5.4, 5.5 и 5.6.



1 – каркас, 2 – болтовое соединение, 3 – домкратный болт, 4 – компенсирующая прокладка, 5 - стойка

Рисунок 5.4 – Соединение стойки и балки.



1 – верхняя часть каркаса, 2 – болтовое соединение, 3 – домкратный болт, 4 – компенсирующая прокладка, 5 – нижняя часть каркаса

Рисунок 5.5 – Соединение частей каркаса между собой.

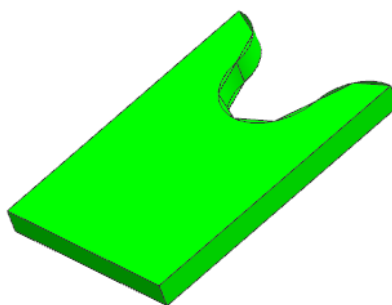
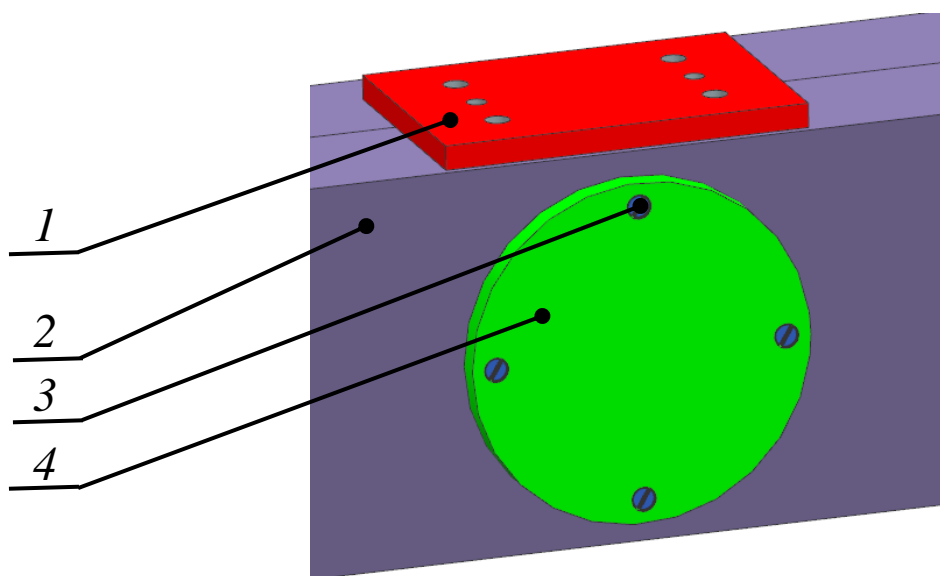


Рисунок 5.6 – Типовое изображение компенсирующей прокладки.

На каркасе будут предусмотрены площадки под кронштейны установочных элементов. Они будут выполняться из пластин толщиной 10мм и размерами 150X120мм. Также под каждой площадкой будут проделаны так называемые «окошки» диаметром 90мм для более удобного закрепления установочных элементов (кронштейнов). Данные окошки будут закрываться лючками диаметром 110мм, которые необходимы для исключения попадания в «окошки» мусора и различных лишних элементов.

Площадки будут устанавливаться на каркас в соответствии с моделью и при использовании технологии лазерного трекера.

Типовое изображение площадки и лючка изображены на рисунке 5.7.



1 – площадка, 2 – балка каркаса, 3 – крепежный винт, 4 – лючок
Рисунок 5.7 – Типовой вид площадки под установочные элементы.

Так как предусматривается использование технологии лазерного трекера при монтаже базирующих и установочных элементов есть необходимость в площадках под мишени трекера для того, чтобы задать систему координат для увязки трекера с моделью. Для этого с каждой стороны каркаса было решено приварить по 3 площадки толщиной 15мм и размерами 100X100мм, в которых после сварки будут разделаны отверстия диаметром 8мм кратные 25...50мм в соответствии с моделью.

Типовое изображение площадки под мишень трекера изображено на рисунке 5.8.

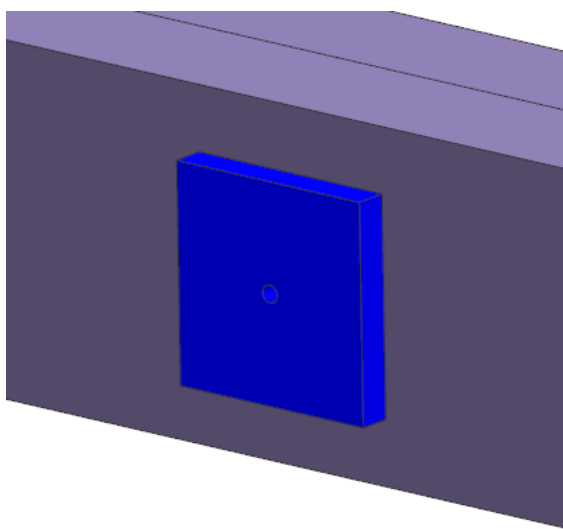


Рисунок 5.8 – Типовой вид площадки под мишень лазерного трекера.

Итоговый вид получившегося собранного воедино каркаса со всеми составными элементами и площадками представлен на рисунках 5.9 и 5.10.

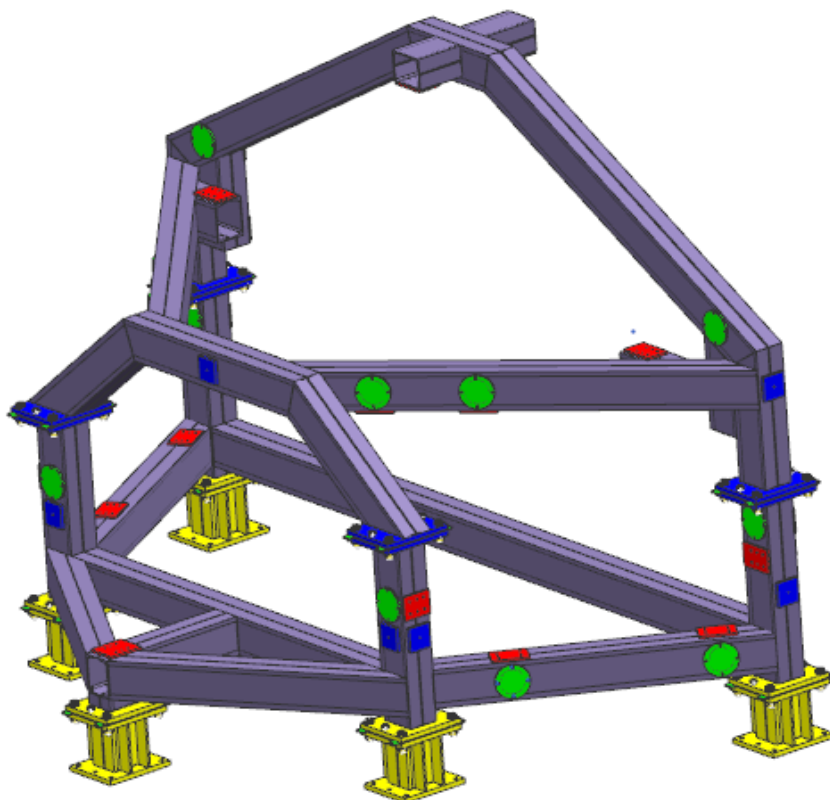


Рисунок 5.9 – Общий вид каркаса сборного приспособления (изометрия).

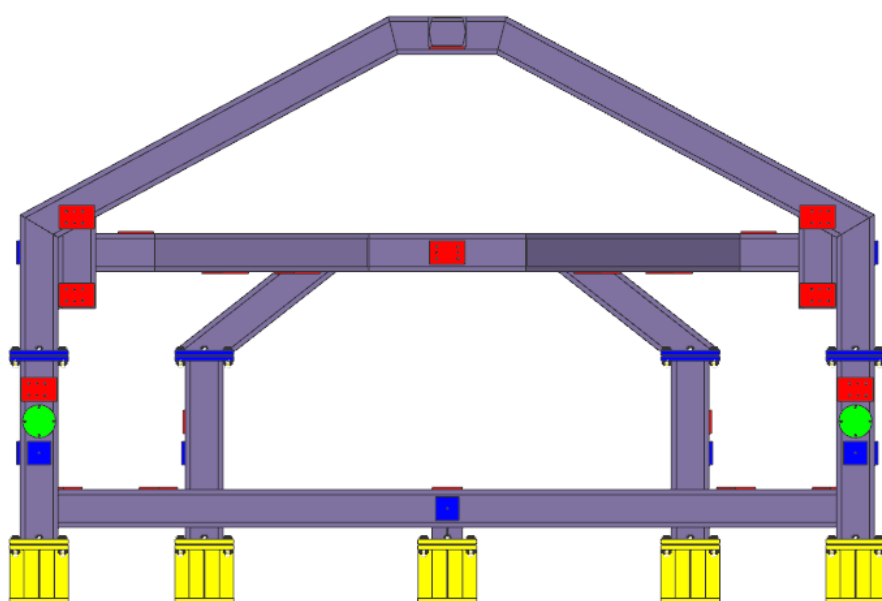


Рисунок 5.10 – Общий вид каркаса сборного приспособления (вид сзади).

5.2 Разработка 3D моделей базовых элементов СП.

В качестве базовых элементов будет использована система ложементов с обводами имитирующими теоретический контур фюзеляжа, на которые уже в свою очередь будут устанавливаться фиксирующие элементы. Ложементы будут изготавливаться методом фрезерования по управляющей программе на станке с ЧПУ с последующим пробитием отверстий под крепеж и под мишени лазерного трекера на контрольно-измерительной машине и нанесением рисок соответствующих стрингеров и шпангоутов. Ложементы выполняются из листа Д16Т толщиной 20мм.

Были спроектированы 2 ложемента по шпангоуту №4 (правый и левый), 2 ложемента по шпангоуту №5 (правый и левый), 2 ложемента – гребенки для поджима стрингеров (правый и левый), 1 ложемент по балке по оси симметрии самолета, 2 ложемента для подкрепления стрингеров к раме фонаря (правый и левый) и 2 ложемента для контроля положения рамы фонаря в сборочном приспособлении (правый и левый).

Изображение данных ложементов представлено на рисунках 5.11, 5.12, 5.13, 5.14, 5.15, 5.16.

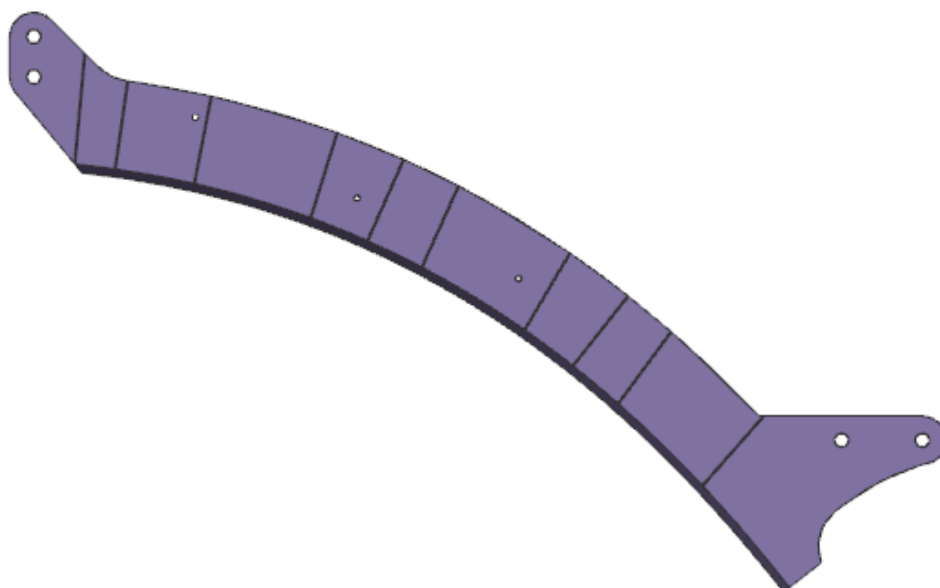


Рисунок 5.11 – Ложемент по шпангоуту №4 (правый).

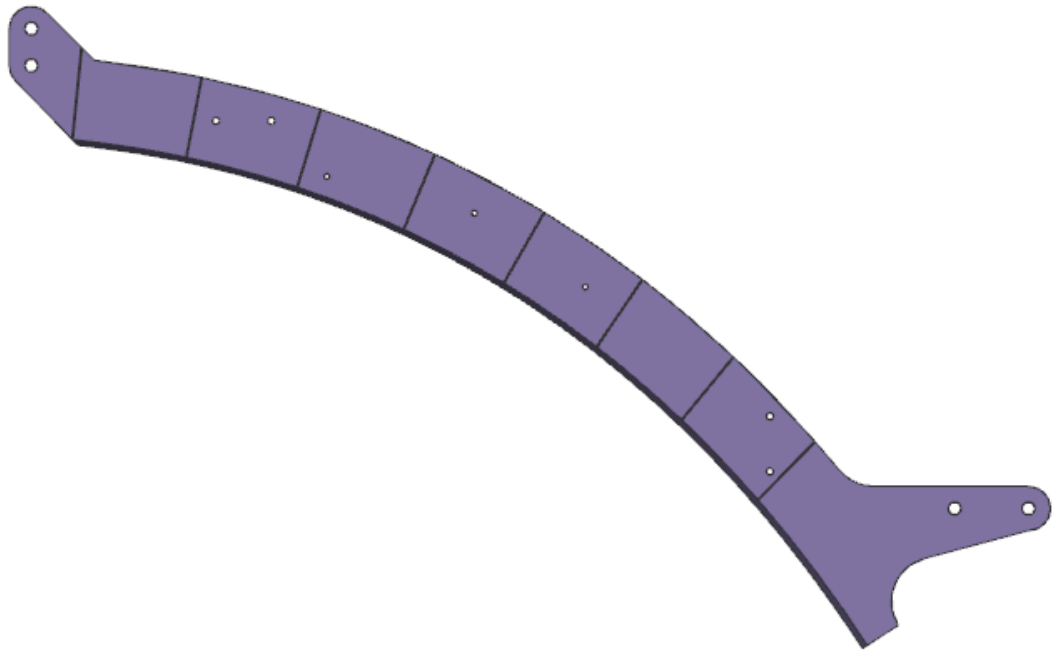


Рисунок 5.12 – Ложемент по шпангоуту №5 (правый).

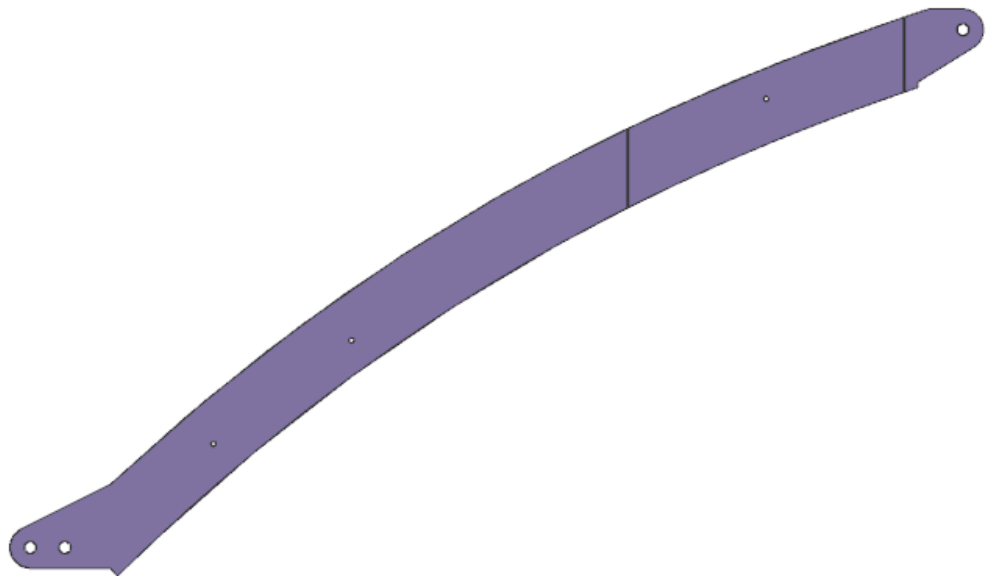


Рисунок 5.13 – Ложемент по балке по оси симметрии самолета.

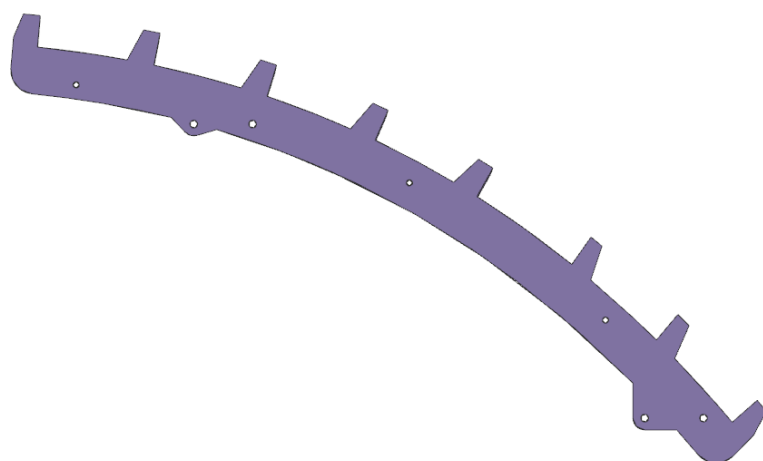


Рисунок 5.14 – Ложемент – гребенка для поджима стрингеров (правый).

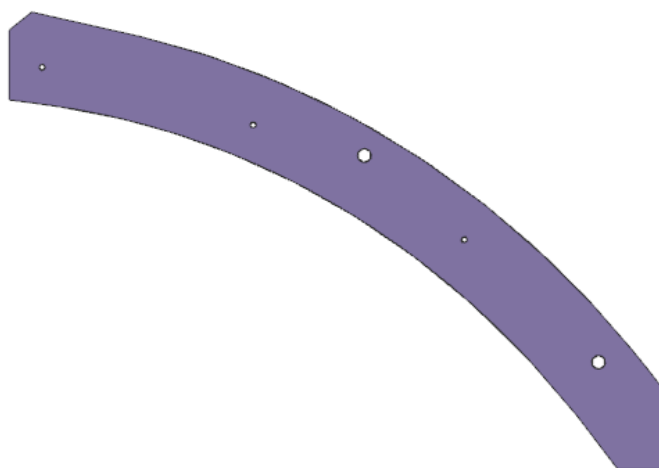


Рисунок 5.15 – Ложемент для подкрепления стрингеров к раме фонаря (правый).

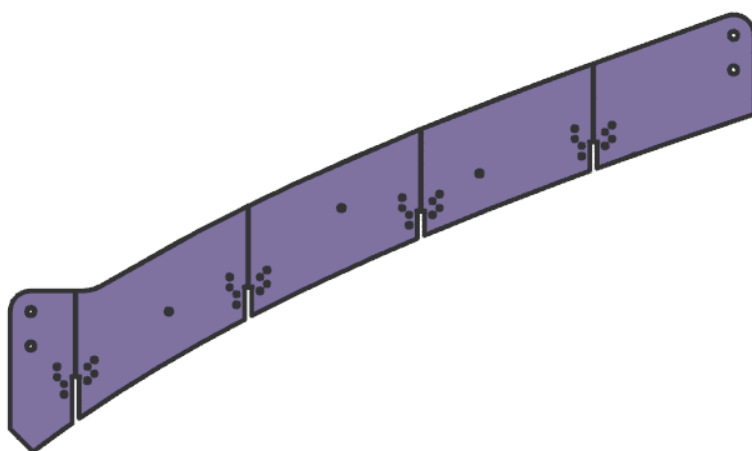
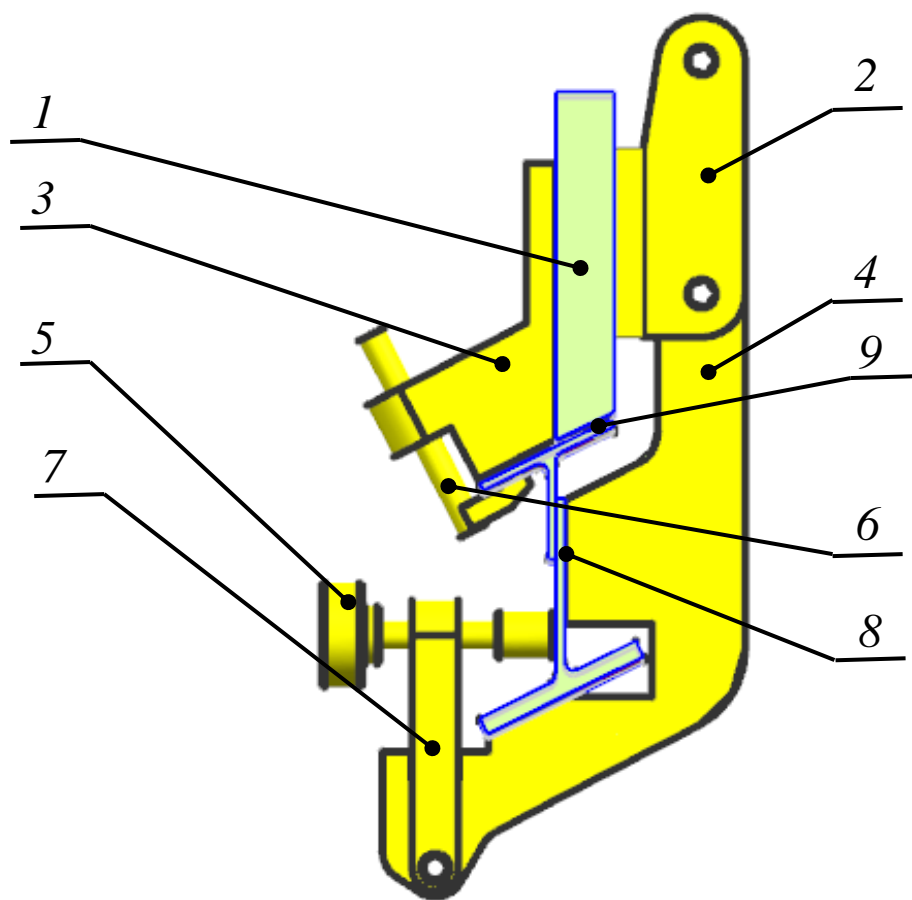


Рисунок 5.16 – Ложементы для контроля положения рамы фонаря в сборочном приспособлении (правый).

5.3 Разработка 3D моделей фиксирующих элементов СП.

Фиксирующие элементы будут устанавливаться на ложементы и фиксировать определенные детали данной сборочной единицы. Из-за довольно непростой конструкции сборочной единицы, было решено делать фиксирующие элементы не стандартными, а уникальными. Фиксаторы будут изготавливаться на установке гидро-абразивной резки с последующей доработкой и пробитием отверстий на контрольно-измерительной машине.

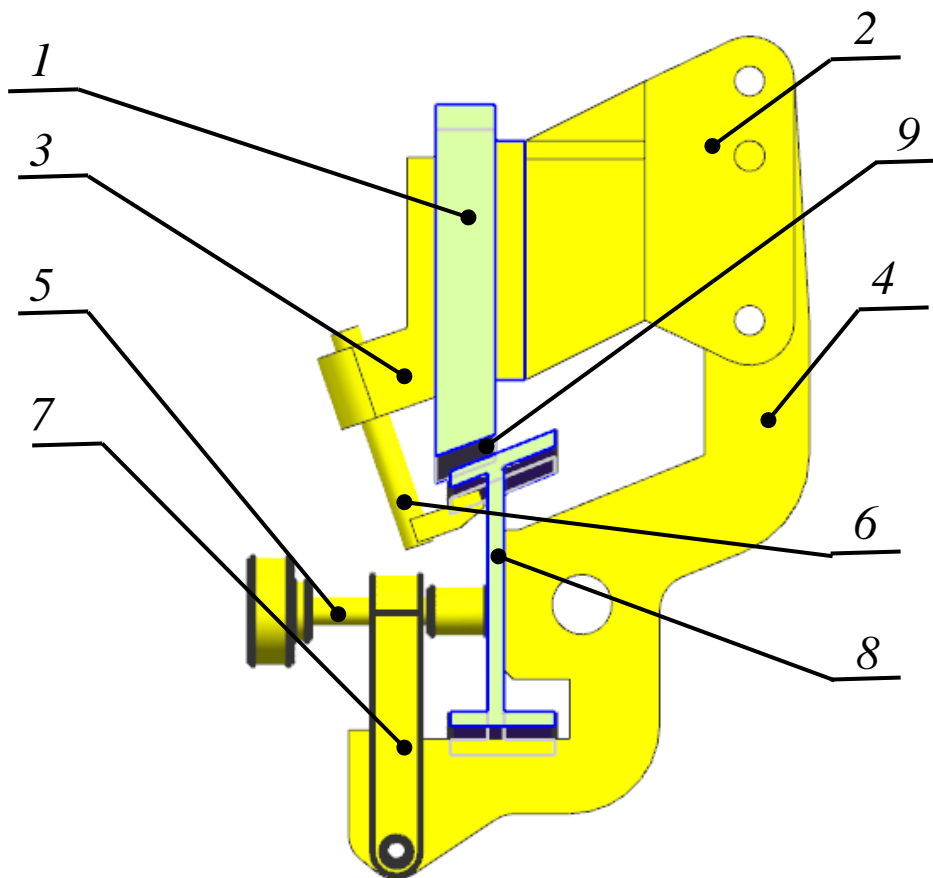
Для фиксации шпангоута №4 был разработан откидной фиксатор с винтом с прижимной пятой и бобышкой с Г-образным болтом (рис. 5.17).



1 – ложемент, 2 – кронштейн, 3 – бобышка, 4 – фиксатор, 5 – винт с прижимной пятой,
6 – Г-образный болт, 7 – скоба, 8 – шпангоут, 9 - прокладка

Рисунок 5.17 – Фиксатор по шпангоуту №4.

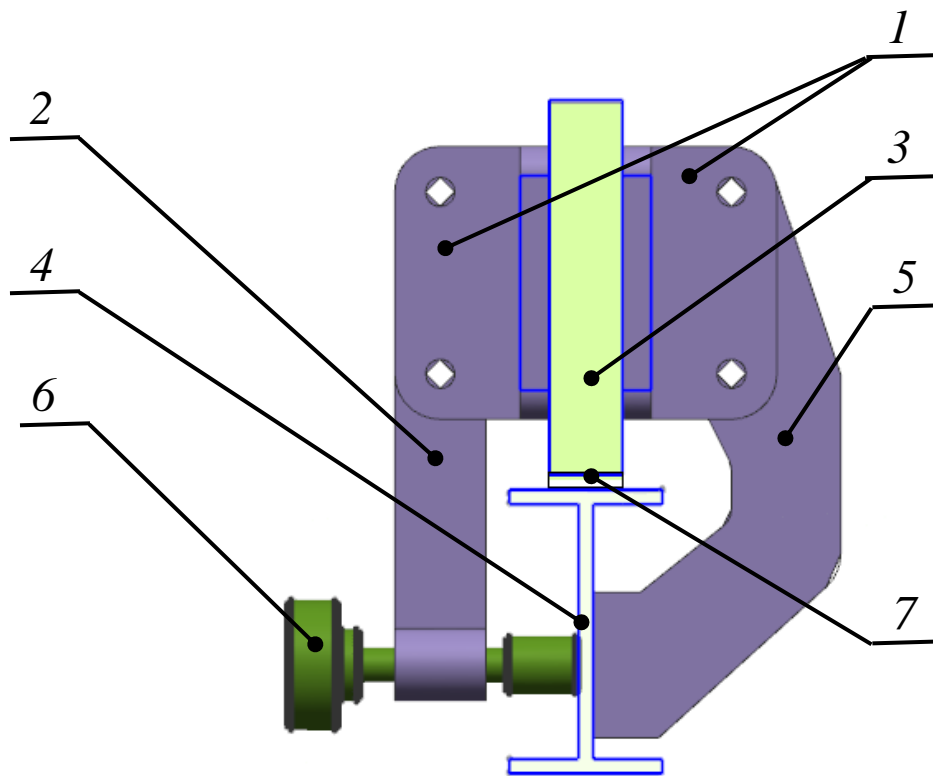
Для фиксации шпангоута №5 был разработан аналогичный откидной фиксатор с винтом с прижимной пятой и бобышкой с Г-образным болтом (рис. 5.18).



1 – ложемент, 2 – кронштейн, 3 – бобышка, 4 – фиксатор, 5 – винт с прижимной пятой,
6 – Г-образный болт, 7 – скоба, 8 – шпангоут, 9 - прокладка

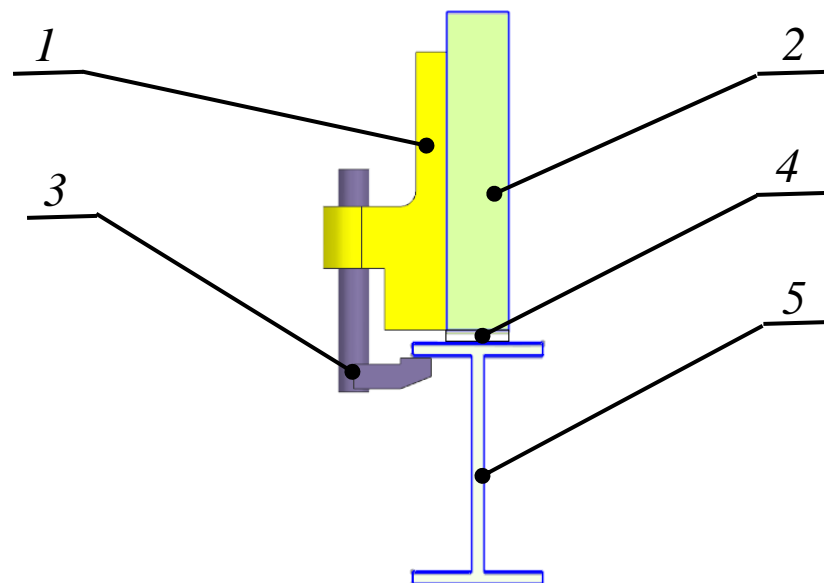
Рисунок 5.18 – Фиксатор по шпангоуту №5.

Балка по оси симметрии самолета (стрингер 0) фиксируется с помощью откидного прижима и ответного фиксатора с винтом и прижимной пятой (рис 5.19). Также данная деталь прижимается к ложементу с помощью бобышки и Г-образного болта (рис. 5.20).



1 – кронштейн, 2 – откидной фиксатор, 3 – ложемент, 4 – балка, 5 – прижим, 6 – винт с прижимной пятой, 7 – прокладка

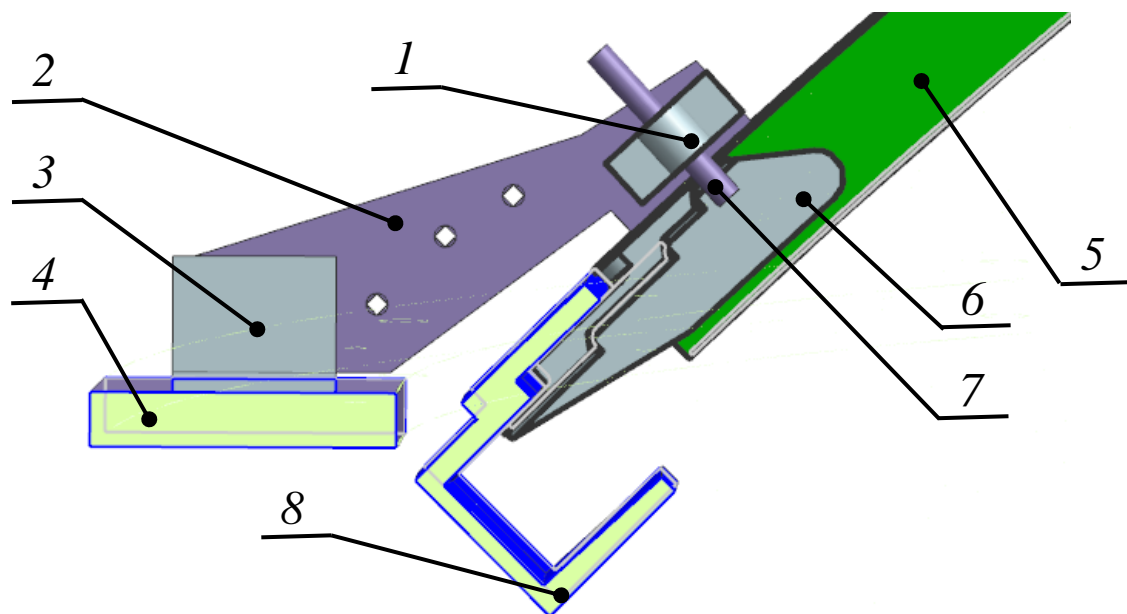
Рисунок 5.19 – Фиксатор по балке по оси симметрии самолета.



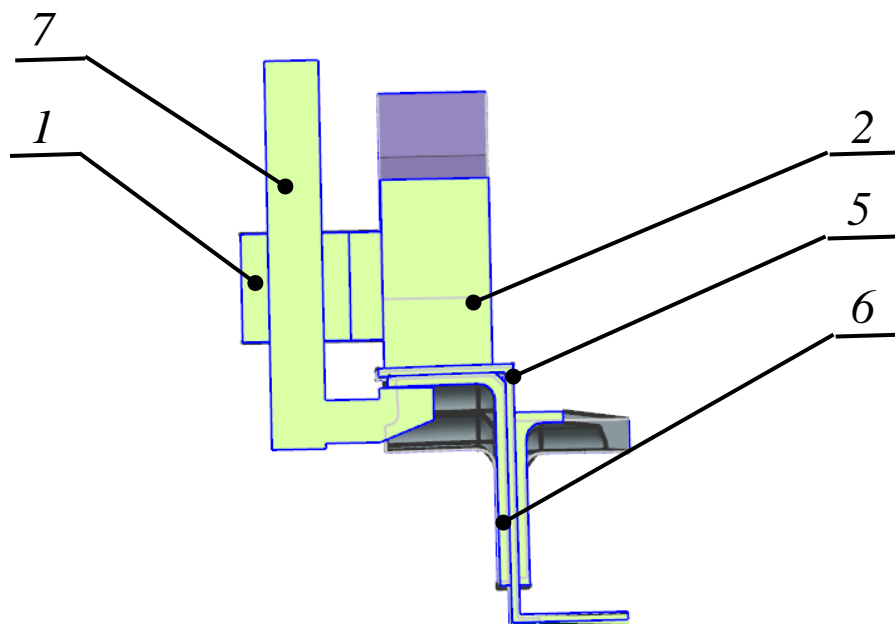
1 – бобышка, 2 – ложемент, 3 – Г-образный болт, 4 – прокладка, 5 – балка

Рисунок 5.20 – Бобышка с Г-образным болтом по балке по оси симметрии самолета.

Каждый стрингер соединяется с рамой фонаря с помощью перестыковочного кронштейна. Для их совместной фиксации были разработаны фиксаторы в виде ложементов по каждому стрингеру с прижимными Г-образными болтами (рис. 5.21).



а)



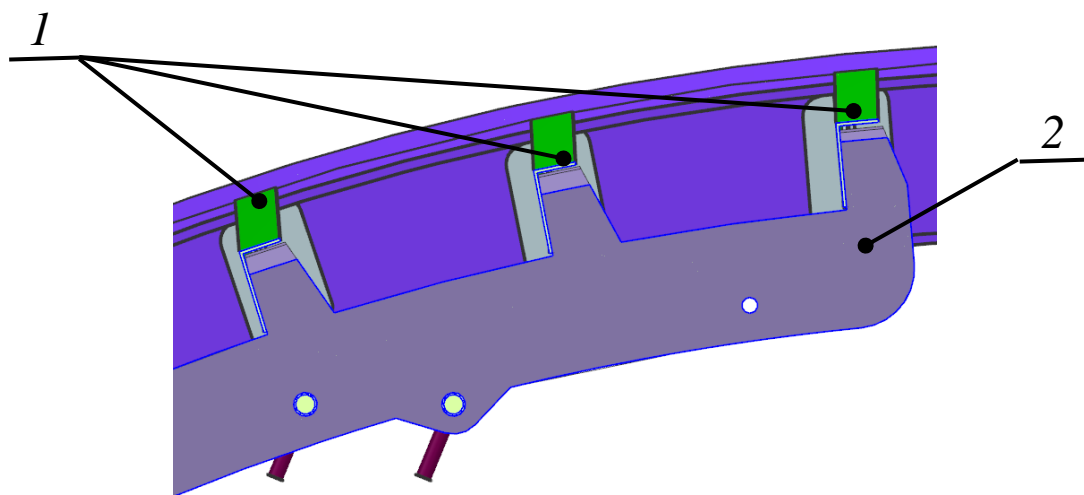
б)

а) вид справа, б) вид в сечении

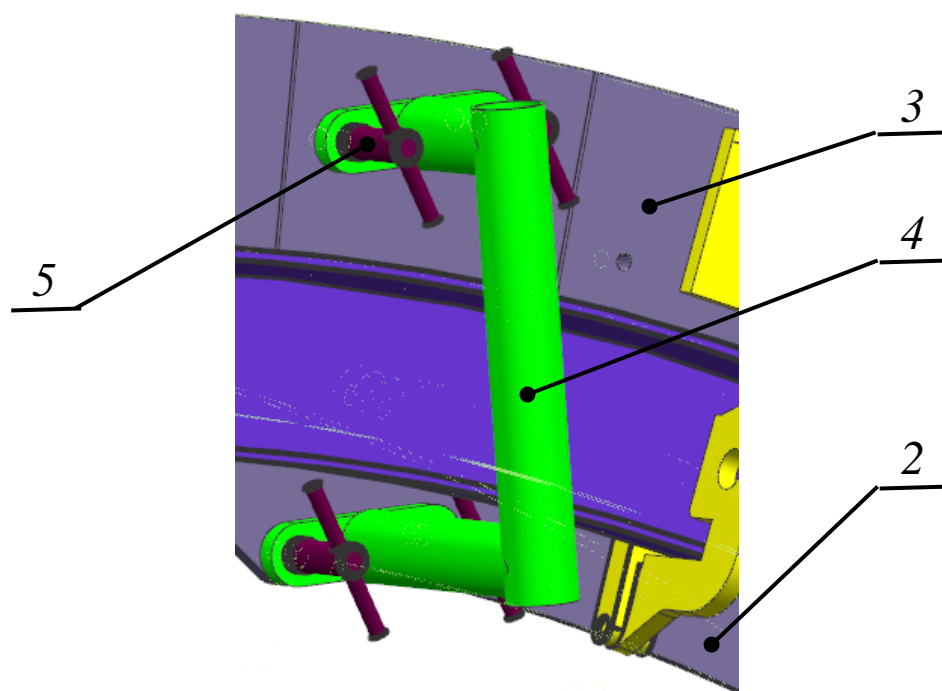
1 – кронштейн, 2 – ложемент, 3 – уголок, 4 – ложемент-основание, 5 – стрингер, 6 – перестыковочный кронштейн, 7 – Г-образный болт, 8 – рама фонаря

Рисунок 5.21 – Типовое изображение фиксации стрингера

Также стрингеры поддерживаются в приспособлении с помощью ложементов – гребенок, которые фиксируются на ложементе по шпангоуту №5 с помощью переходных штанг (5.22 а,б).



а)



б)

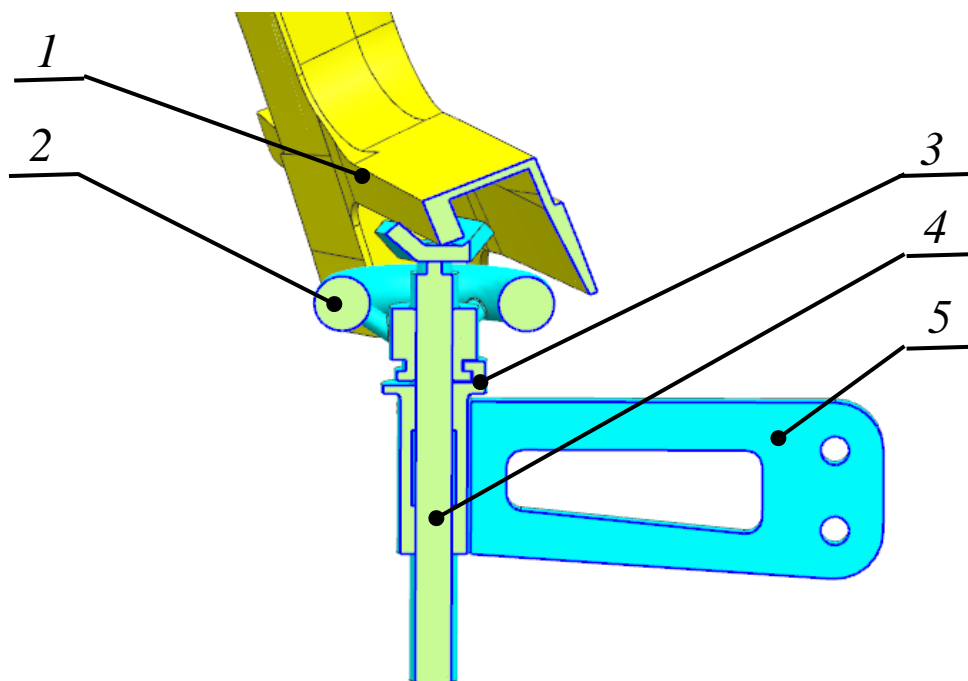
а) поддержка стрингеров с помощью ложемента, б) соединение ложементов с помощью штанг

1 – стрингеры, 2 – ложемент – гребенка, 3 – ложемент по шпангоуту №5, 4 – соединяющая штанга, 5 - ступенчатый болт и гайка с накаткой

Рисунок 5.22 – Поддержка стрингеров с помощью ложемента - гребенки

Рама фонаря устанавливается в сборочное приспособление уже в собранном состоянии, поэтому ее нужно лишь зафиксировать относительно ее сборочного положения.

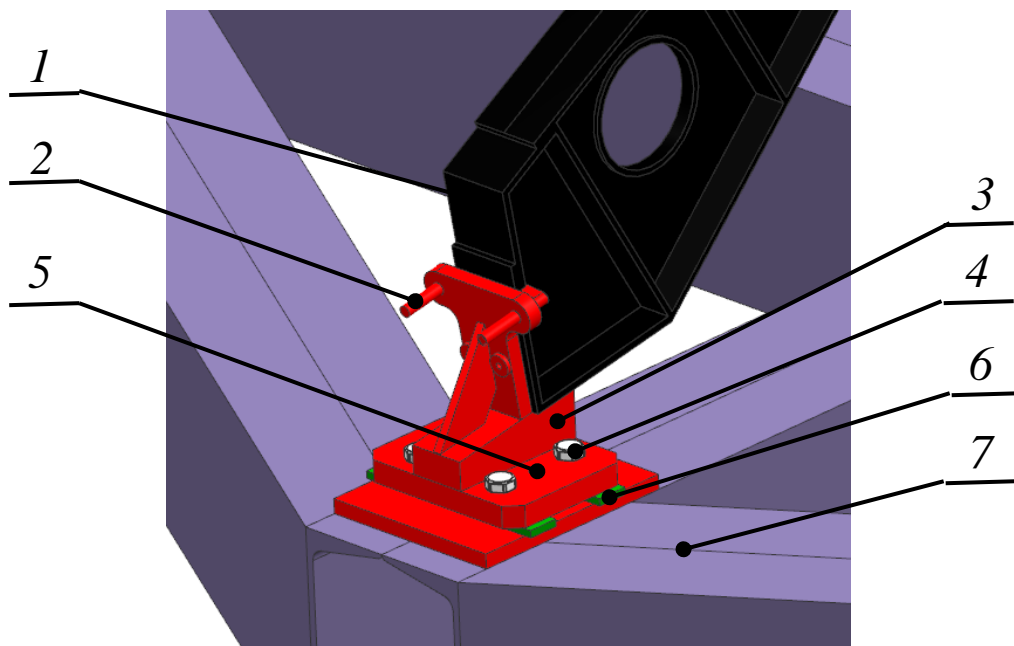
Корректировка этого положения производится за счет специальных домкратов (рис. 5.23).



1 – рама фонаря, 2 – маховик, 3 – втулка, 4 – вал, 5 – соединительная пластина

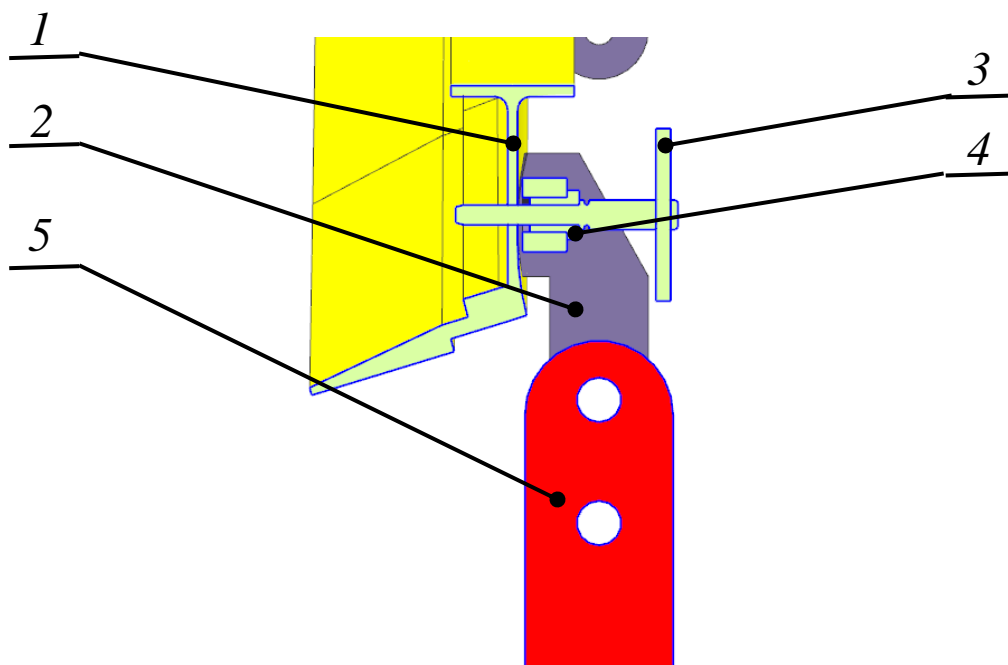
Рисунок 5.23 – Корректировка положения рамы фонаря с помощью домкрата.

Фиксация рамы фонаря в сборочном положении производится за счет фиксатора по балке по оси симметрии самолета (рис 5.24) и за счет фиксации рамы за КФО с помощью специальных откидных фиксаторов (рис. 5.25).



1 – рама фонаря, 2 – Г-образный болт, 3 – фиксатор, 4 – болтовое соединение, 5 – штифт, 6 – компенсирующие пластины, 7 - каркас

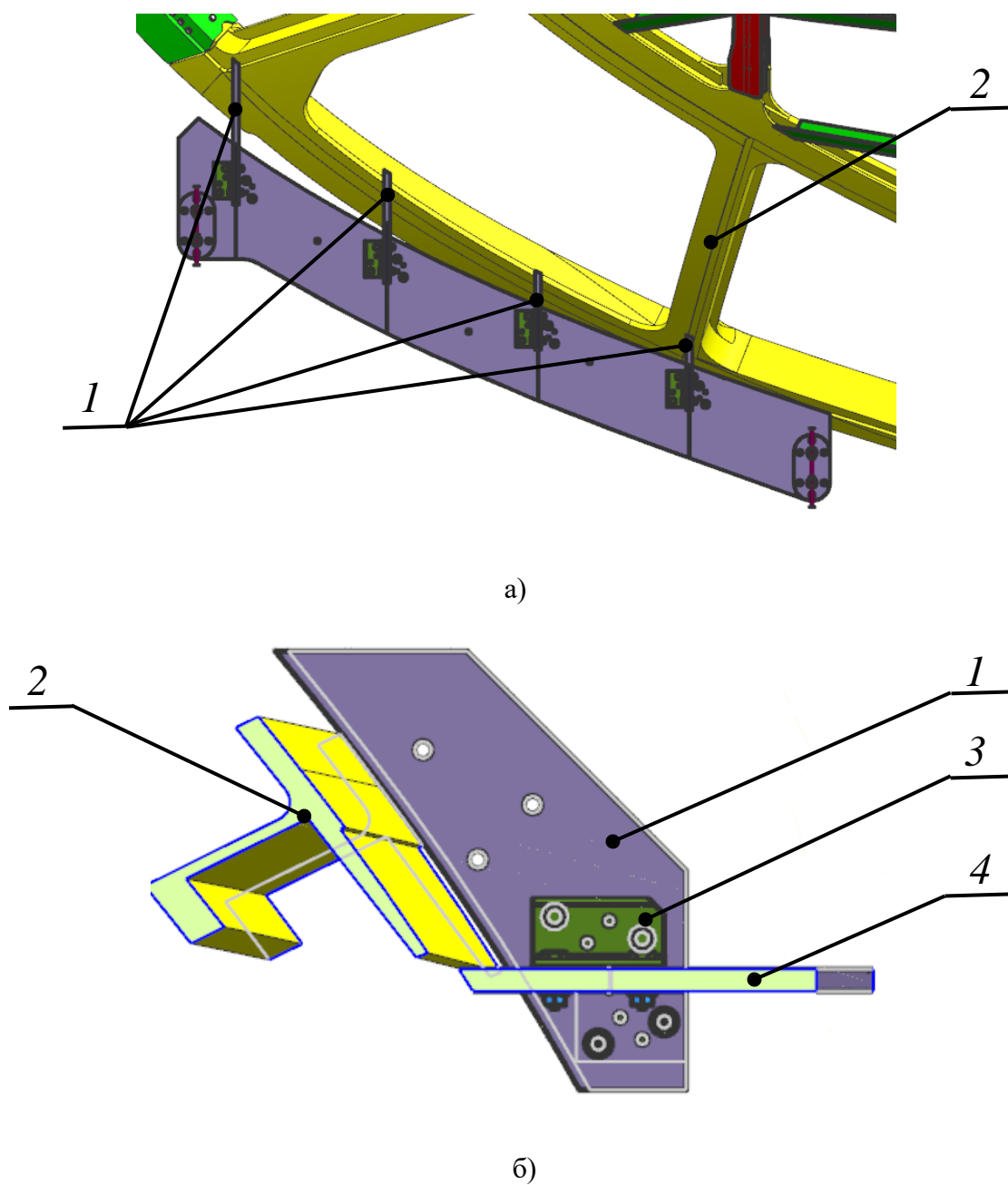
Рисунок 5.24 – Фиксатор по балке по оси симметрии самолета.



1 – рама фонаря, 2 – фиксатор, 3 – штырь, 4 –кондукторная втулка, 5 – ухо кронштейна,

Рисунок 5.25 – Фиксатор рамы фонаря по КФО.

Контроль положения рамы в сборочном положении производится за счет съемных ложементов, представленных на рисунке 5.26.



а) контрольные ложементы (вид сверху) б) контрольный ложемент (сечение)

1 – контрольные ложементы, 2 – рама фонаря, 3 – крепежные элементы,

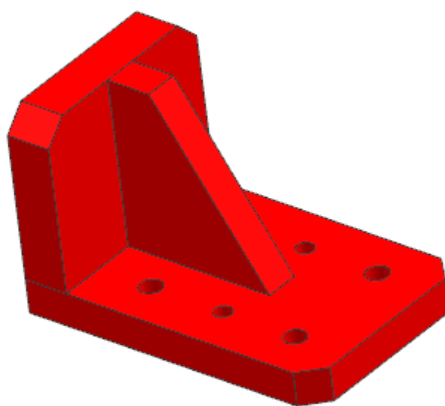
4 – ложемент – основание

Рисунок 5.26 – Контроль положения рамы в сборочном положении с помощью контрольных ложементов.

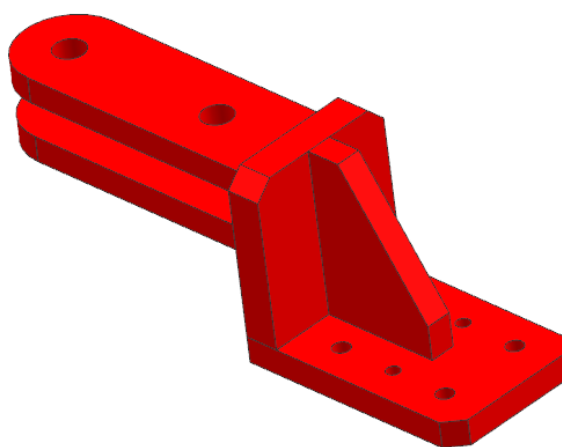
5.4 Разработка 3D моделей установочных элементов.

Как было сказано выше, в данном сборочном приспособлении будет использована современная технология установочных элементов в виде кронштейнов с компенсирующими прокладками на предварительно смонтированные площадки на каркасе. Поэтому было спроектировано несколько видов данных кронштейнов для соединения каркаса и базирующих элементов между собой. Кронштейны будут выполнены из стальных листов толщиной 15мм.

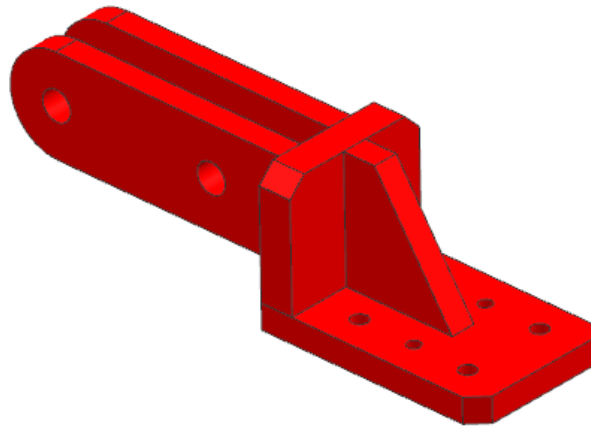
Для унификации процесса было решено сделать основания кронштейнов унифицированными (рис.5.27 а), чтобы к ним было возможно присоединять фиксирующие уши в необходимых для монтажа положениях (рис. 5.27 б, в).



а)



б)

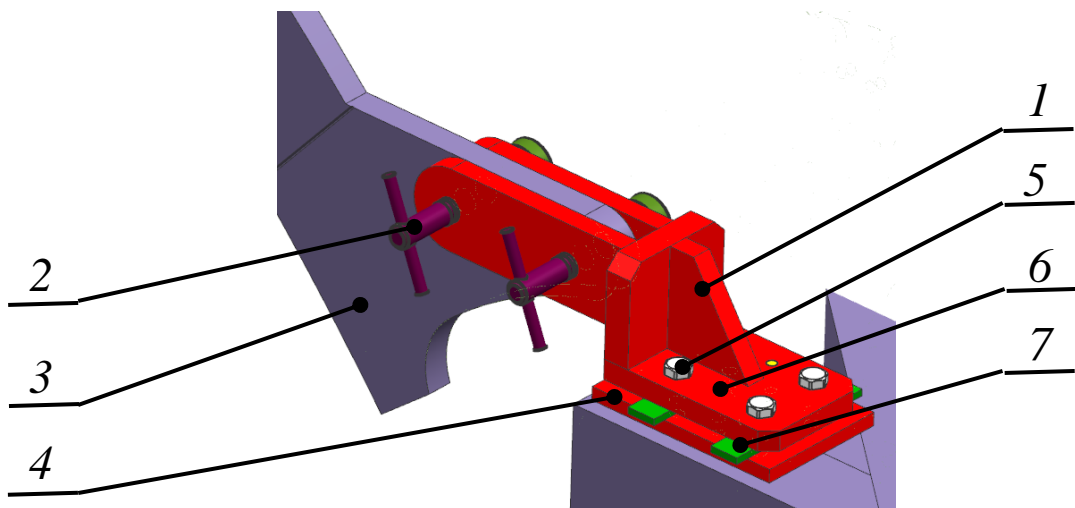


в)

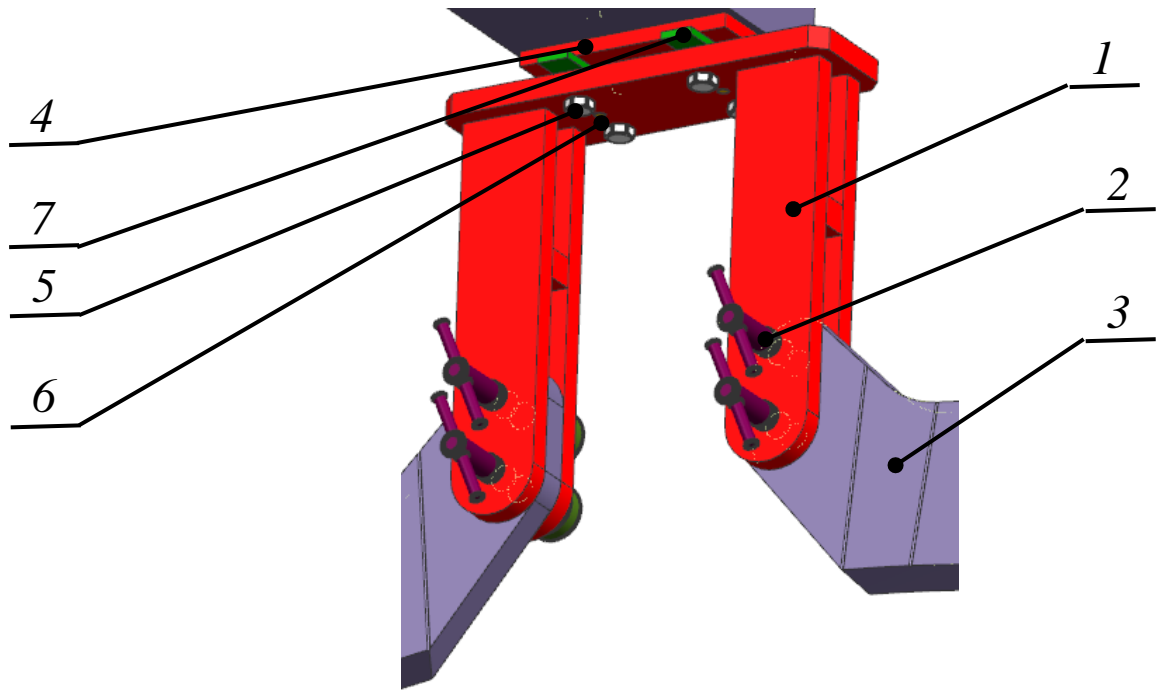
а) унифицированное основание, б) кронштейн с горизонтальными ушами, в)
кронштейны с вертикальными ушами

Рисунок 5.237 – Типовое изображение установочного кронштейна.

Соединение каркаса и ложементов по шпангоуту №4 производится путем установки кронштейнов на площадки при помощи компенсирующих прокладок (рис. 5.28 а,б).



а)



б)

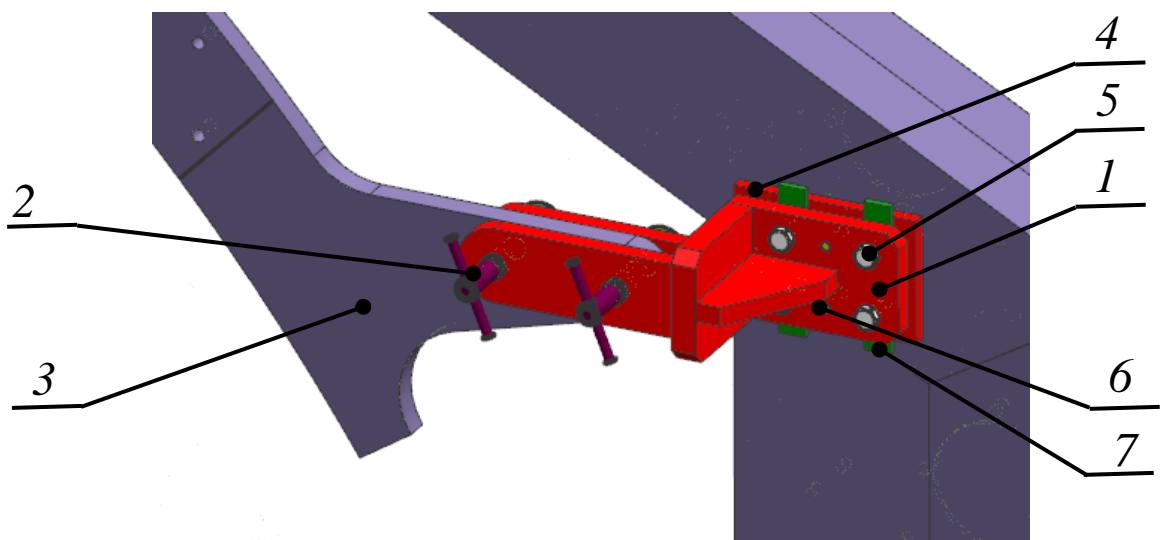
а) нижняя часть соединения, б) верхняя часть соединения

1 – кронштейн, 2 – ступенчатый болт и гайка с накаткой, 3 – ложемент, 4 – площадка,

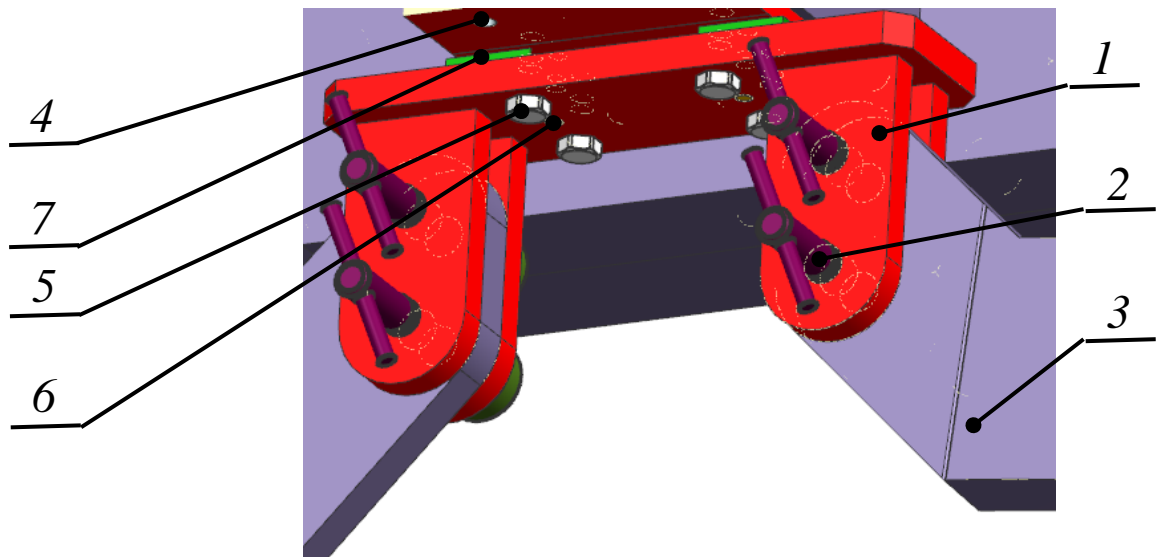
5 – болтовое соединение, 6 – штифт, 7 – компенсирующая прокладка

Рисунок 5.28 – Соединение ложементов по шпангоуту №4 с каркасом.

Соединение каркаса с ложементами по шпангоуту №5 производится аналогично путем установки кронштейнов на площадки при помощи компенсирующих прокладок (рис. 5.29 а,б).



а)



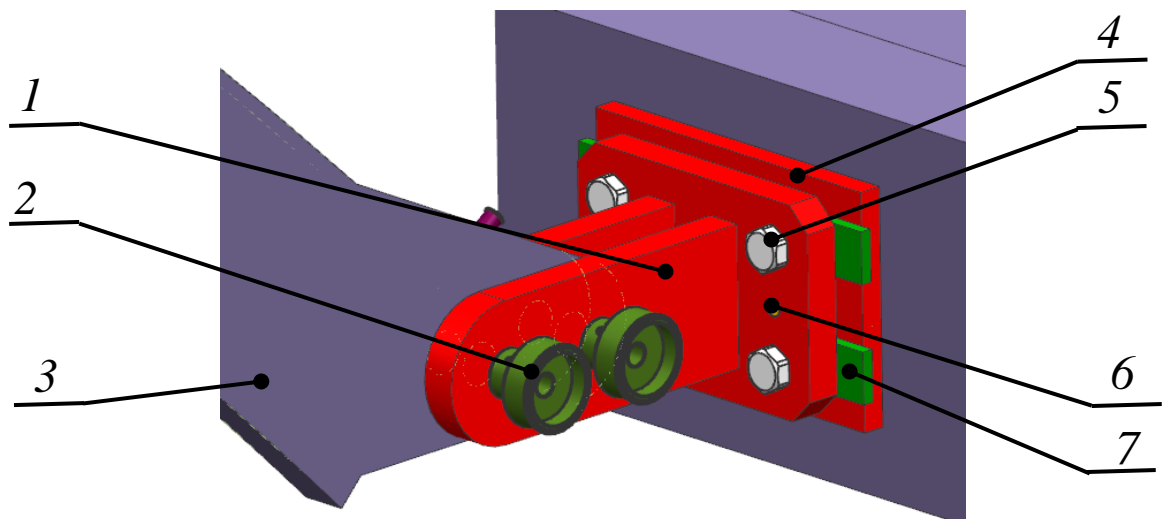
б)

а) нижняя часть соединения, б) верхняя часть соединения

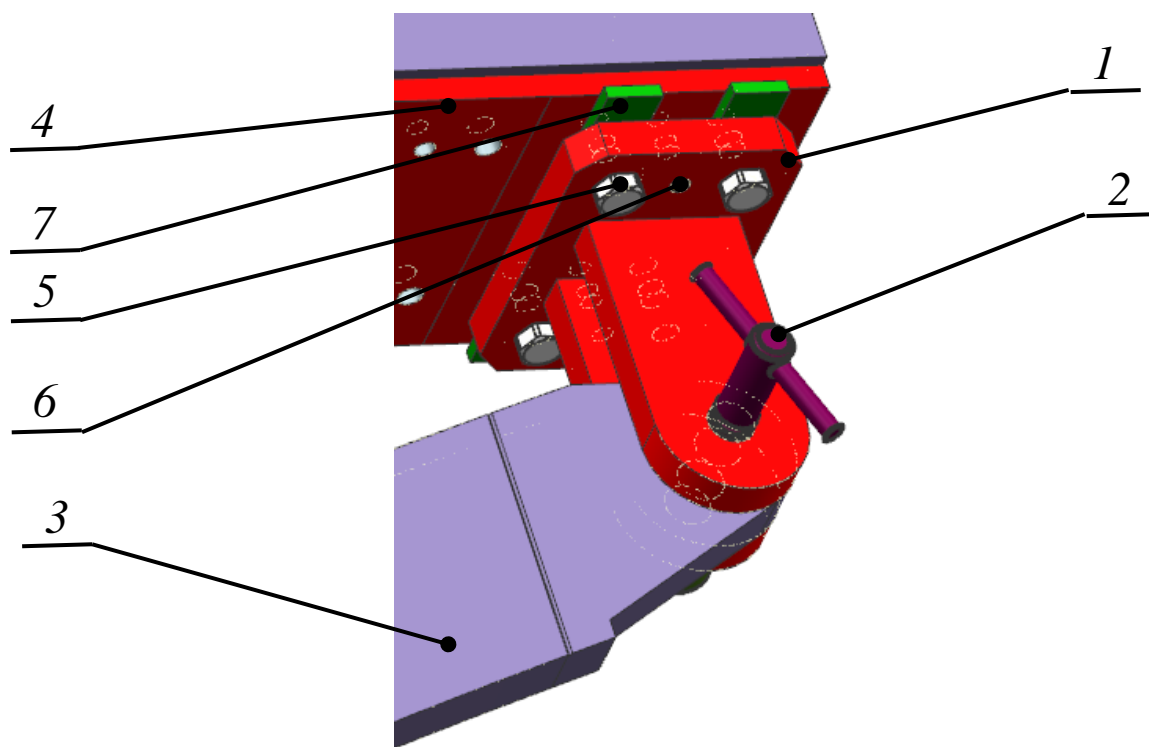
1 – кронштейн, 2 – ступенчатый болт и гайка с накаткой, 3 – ложемент, 4 – площадка, 5 – болтовое соединение, 6 – штифт, 7 – компенсирующая прокладка

Рисунок 5.29 – Соединение ложементов по шпангоуту №5 с каркасом.

Соединение каркаса и ложемента по балке по оси симметрии самолета производится тем же методом установки кронштейнов на площадки при помощи компенсирующих прокладок (рис. 5.30 а,б).



а)



б)

а) нижняя часть соединения, б) верхняя часть соединения

1 – кронштейн, 2 – ступенчатый болт и гайка с накаткой, 3 – ложемент, 4 – площадка,

5 – болтовое соединение, 6 – штифт, 7 – компенсирующая прокладка

Рисунок 5.30 – Соединение ложемента по балке по оси симметрии самолета с каркасом.

Соединение каркаса и ложементов – оснований для фиксации стрингеров производится аналогичным методом установки кронштейнов на площадки при помощи компенсирующих прокладок (рис. 5.31).

Установка фиксаторов рамы фонаря по КФО на каркас производится аналогично путем установки кронштейнов на площадки при помощи компенсирующих прокладок (рис. 5.32 а,б).

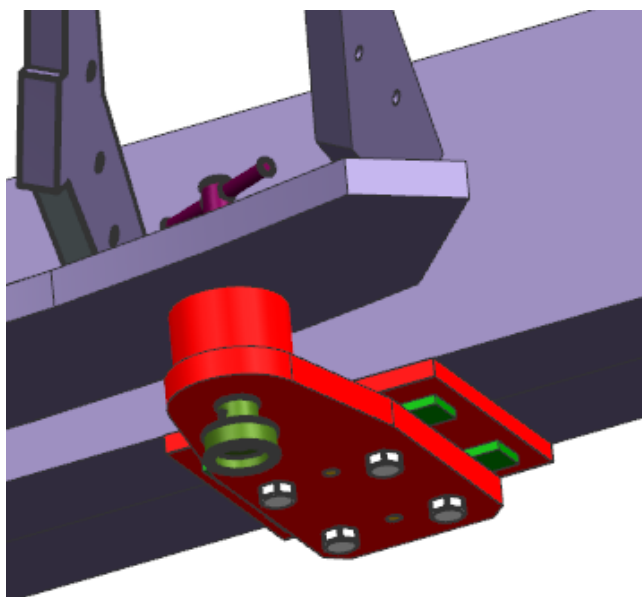
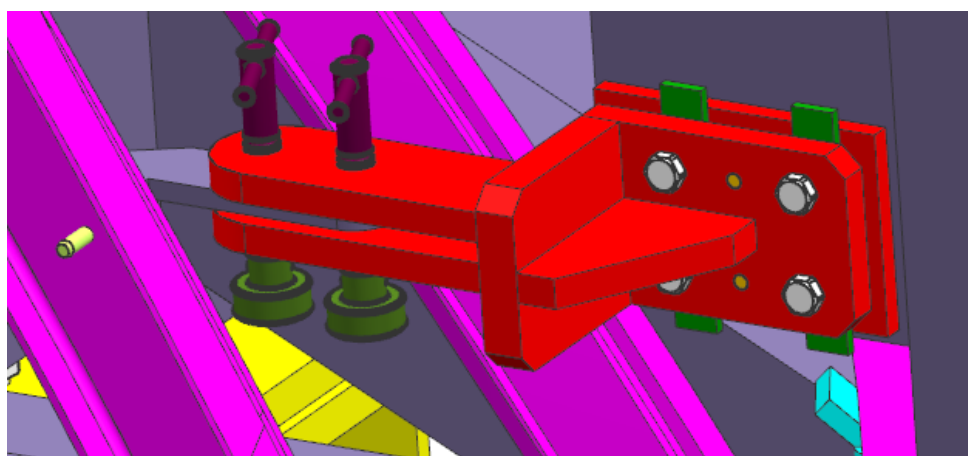
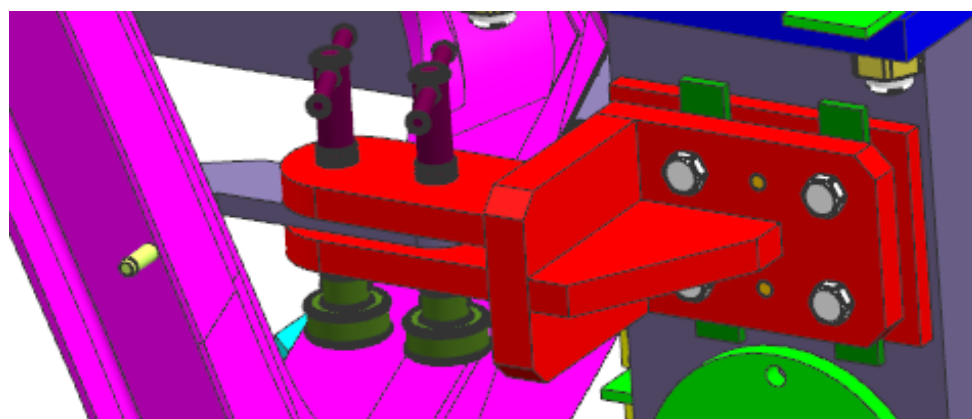


Рисунок 5.31 – Соединение ложемента – основания для фиксации стрингеров с каркасом приспособления.



а)



б)

а) верхний фиксатор, б) нижний фиксатор

Рисунок 5.32 – Соединение ложемента по балке по оси симметрии самолета с каркасом.

Установка домкратов на каркас приспособления производится тем же современным способом установки кронштейнов на площадки при помощи компенсирующих прокладок (рис. 5.33).

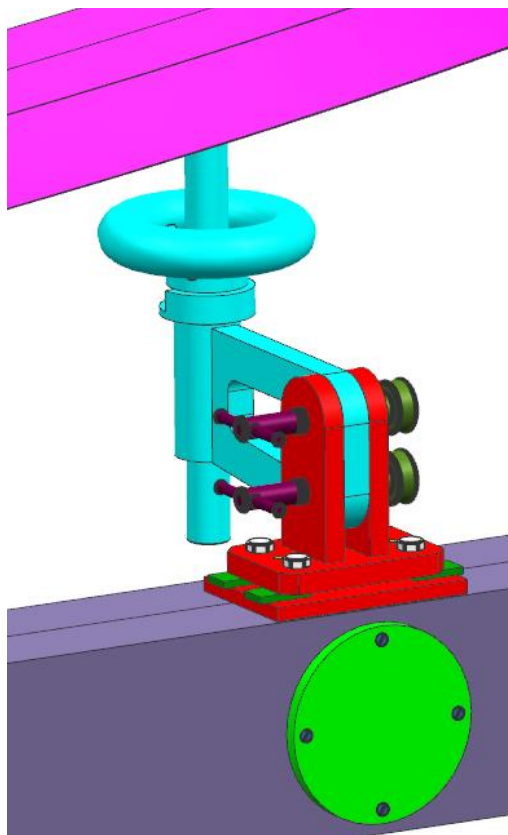
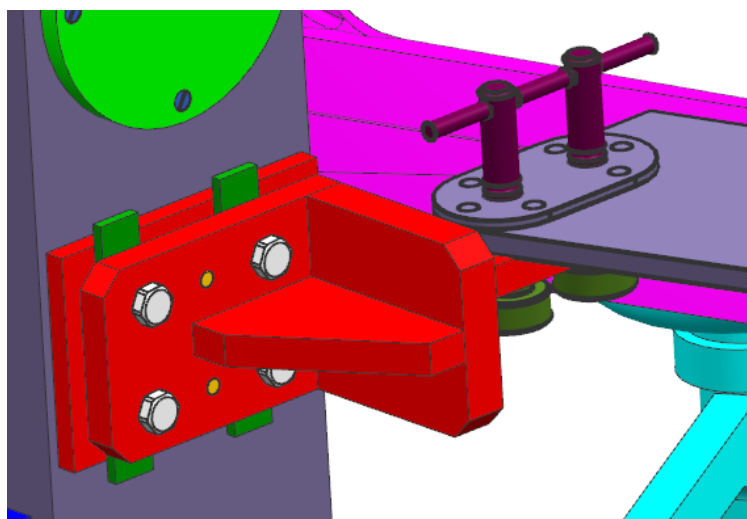
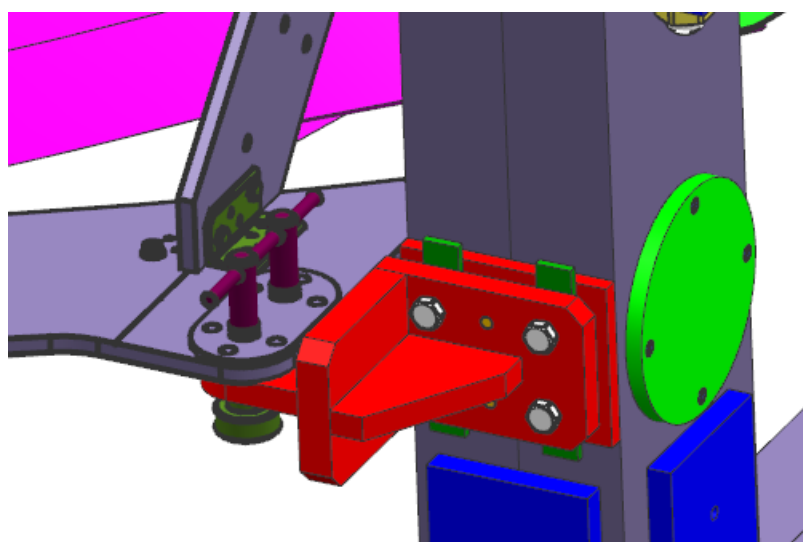


Рисунок 5.33 – Соединение домкратов с каркасом.

Соединение каркаса и ложементов, которые контролируют положение рамы фонаря, производится тем же методом установки кронштейнов на площадки при помощи компенсирующих прокладок (рис. 5.34).



а)



б)

а) передняя часть соединения, б) задняя часть соединения

Рисунок 5.34 – Соединение ложементов для контроля сборочного положения рамы фонаря с каркасом.

Итоговый вид сборочного приспособления со всеми базовыми и установочными элементами представлен на рисунке 5.35.

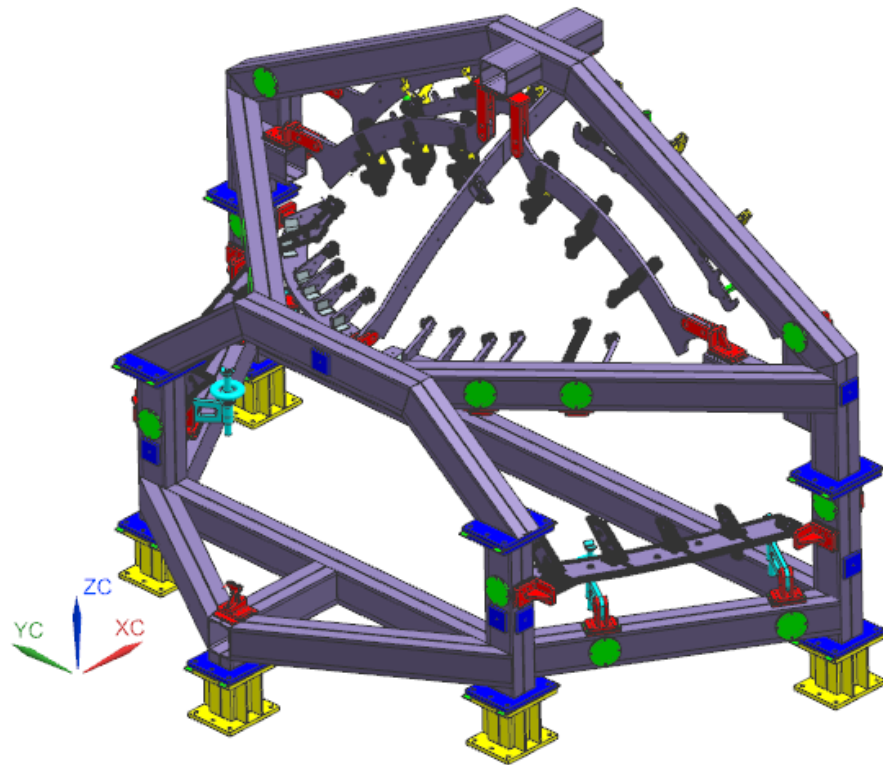


Рисунок 5.35 – Итоговый вид сборочного приспособления.

6. Обоснование метода и процесса монтажа СП

6.1 Обоснование метода монтажа СП.

В данной дипломной работе используется метод монтажа с использованием оптических и лазерных систем. Монтаж сборочного приспособления, как и говорилось выше, будет производиться с помощью лазерного трекера (рис. 6.1).

Лазерный трекер – это мобильная координатно-измерительная машина, которая основана на принципе слежения лазера за отражателем (рис. 6.2).

Упрощенная схема измерений: Прибор устанавливается непосредственно у измеряемого объекта. В течение 30 минут производится самоинициализация прибора. После этого система готова к измерениям. 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.

Происходит сравнение фактических координат узла, изделия или агрегата с их электронными моделями (ЭМ). Если выявляется отклонение фактического значения от значения ЭМ, которое превышает допустимое, то производится дополнительная обработка и подгонка агрегата.

При сборке крупного агрегата высока вероятность нескольких установок лазерного трекера с разных сторон сборочного приспособления из-за невозможности произвести замеры с одной определенной стороны.



Рисунок 6.1 – Общий вид лазерного трекера.



Рисунок 6.2 – Сферический отражатель.

6.2 Описание процесса монтажа СП.

По причине того, что сборочное приспособление имеет сложную пространственную форму, лазерный трекер будет замерять контрольные точки с разных сторон.

Монтаж приспособления начинается с установки нижней части каркаса на стойки с последующей установкой на нее верхней части каркаса (рис. 6.3).

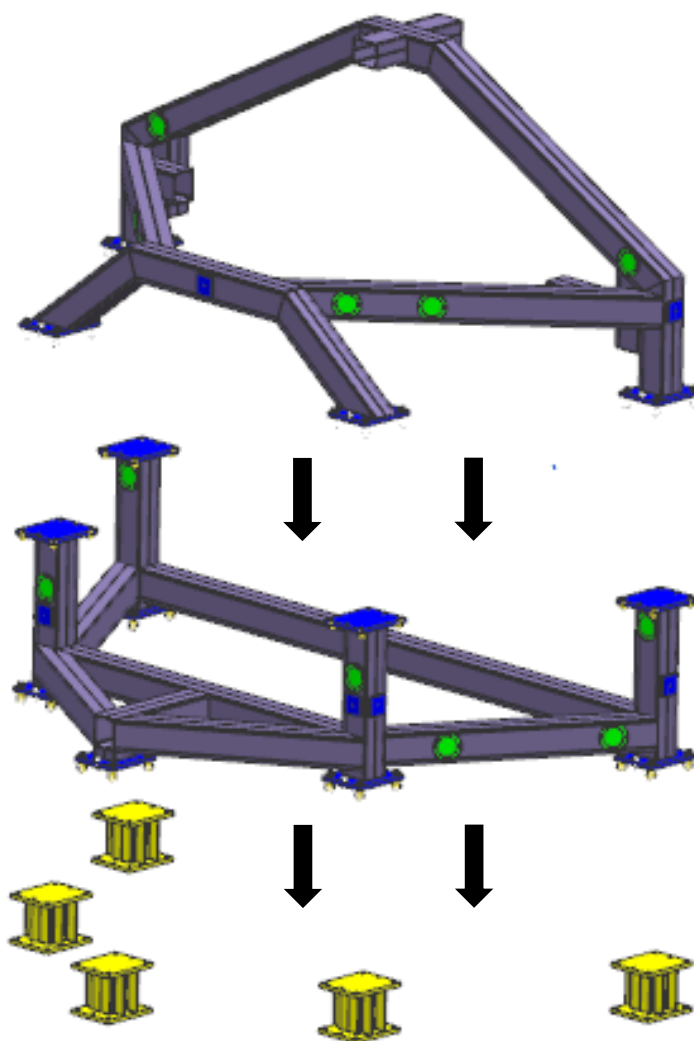


Рисунок 6.3 – Монтаж каркаса сборочного приспособления.

Затем происходит проверка положения частей каркаса с помощью трекера и сравнение фактического положения с электронной моделью каркаса при помощи площадок под мишени на частях каркаса(рис. 6.4 и 6.5).

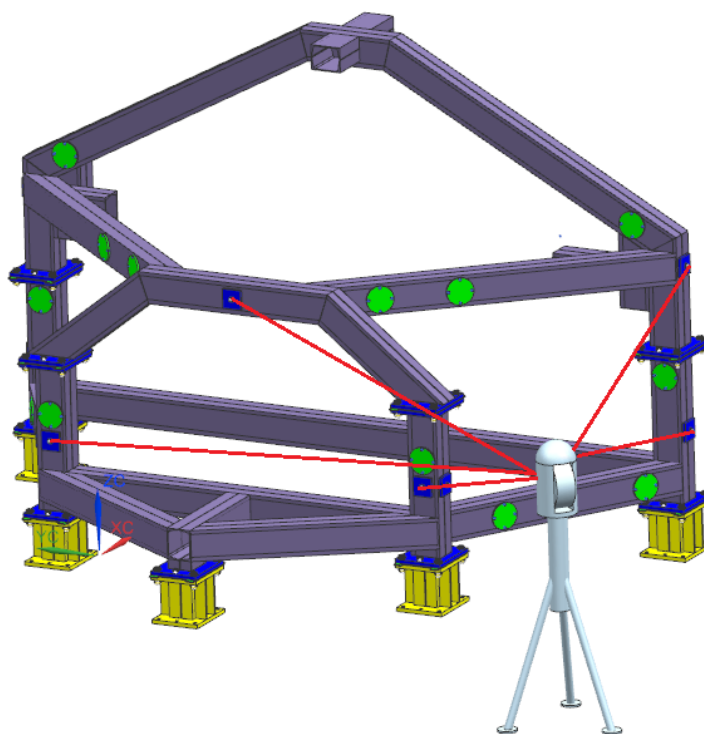


Рисунок 6.4 – Проверка каркаса сборочного приспособления лазерным трекером.

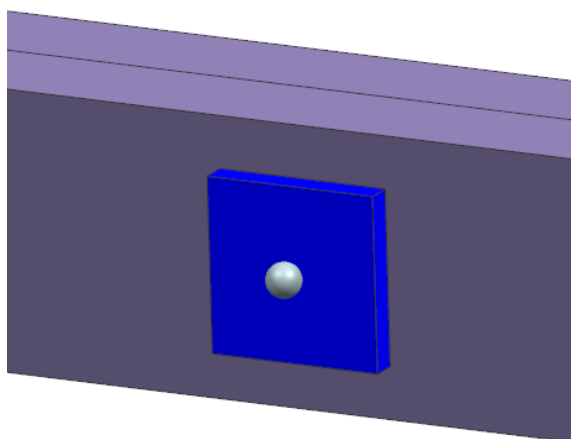


Рисунок 6.5 – Площадка на каркасе с установленной мишенью - отражателем.

Следующий этап монтажа – установка площадок под кронштейны. Они устанавливаются с помощью трекера, фиксируются струбцинами и привариваются к каркасу (рис 6.6). Для возможности проверки большинства площадок трекер необходимо установить с задней стороны приспособления.

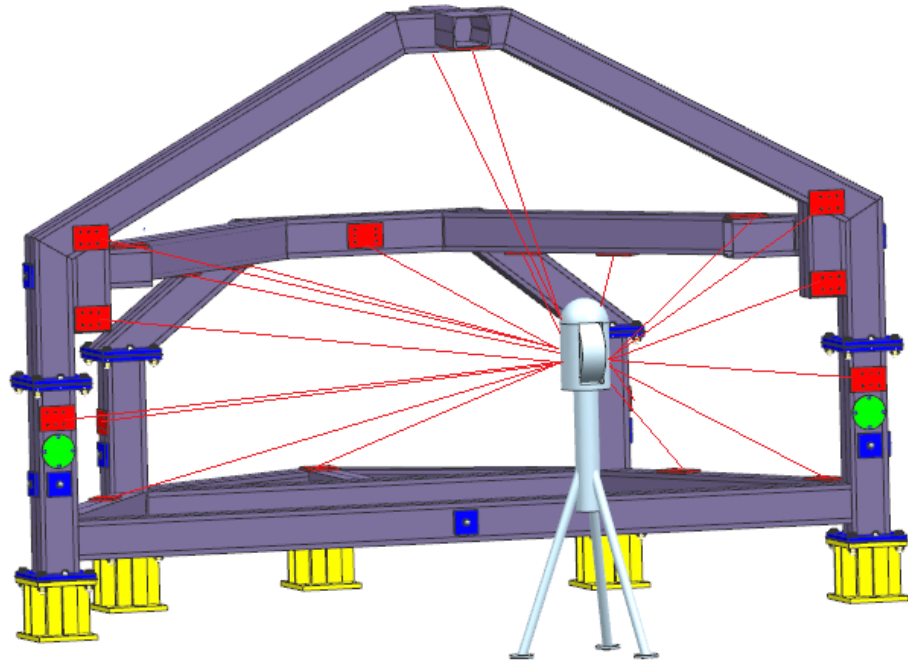


Рисунок 6.6 – Проверка положения площадок под кронштейны лазерным трекером.

После этого этапа наступает следующий – монтаж установочных кронштейнов на площадки с помощью компенсирующих прокладок с последующей проверкой с помощью трекера (рис 6.7).

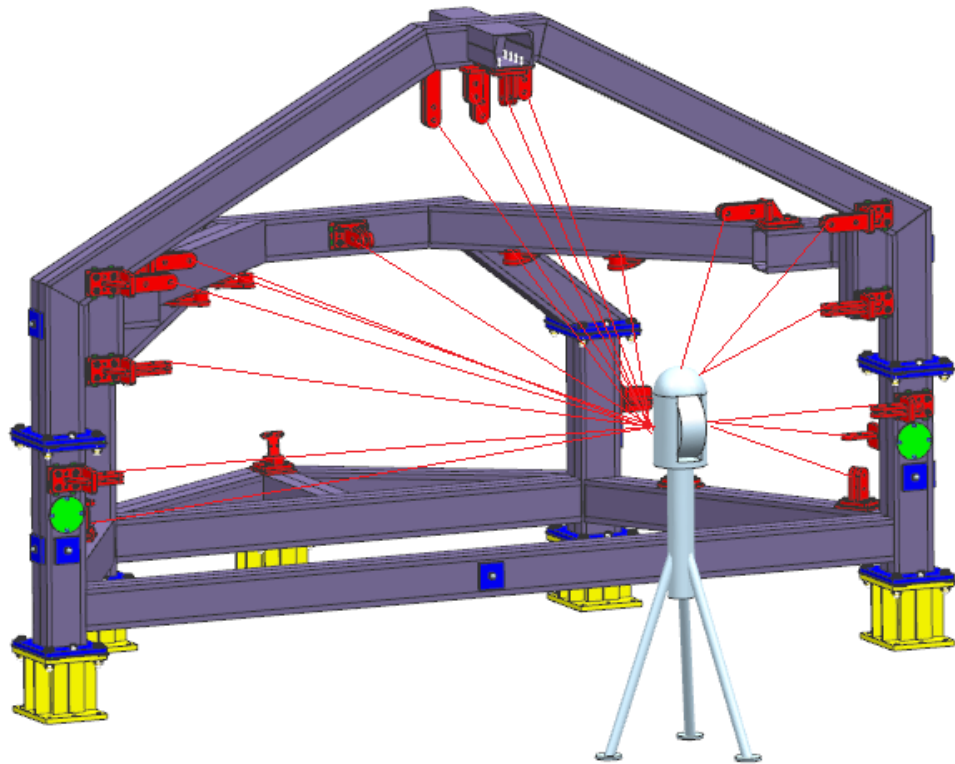


Рисунок 6.7 – Проверка положения установочных кронштейнов лазерным трекером.

Затем происходит монтаж базовых ложементов в посадочные места установочных кронштейнов с последующей их проверкой трекером по мишеням, установленным в БО разделанных в ложементах с помощью КИМ (рис. 6.8 и 6.9).

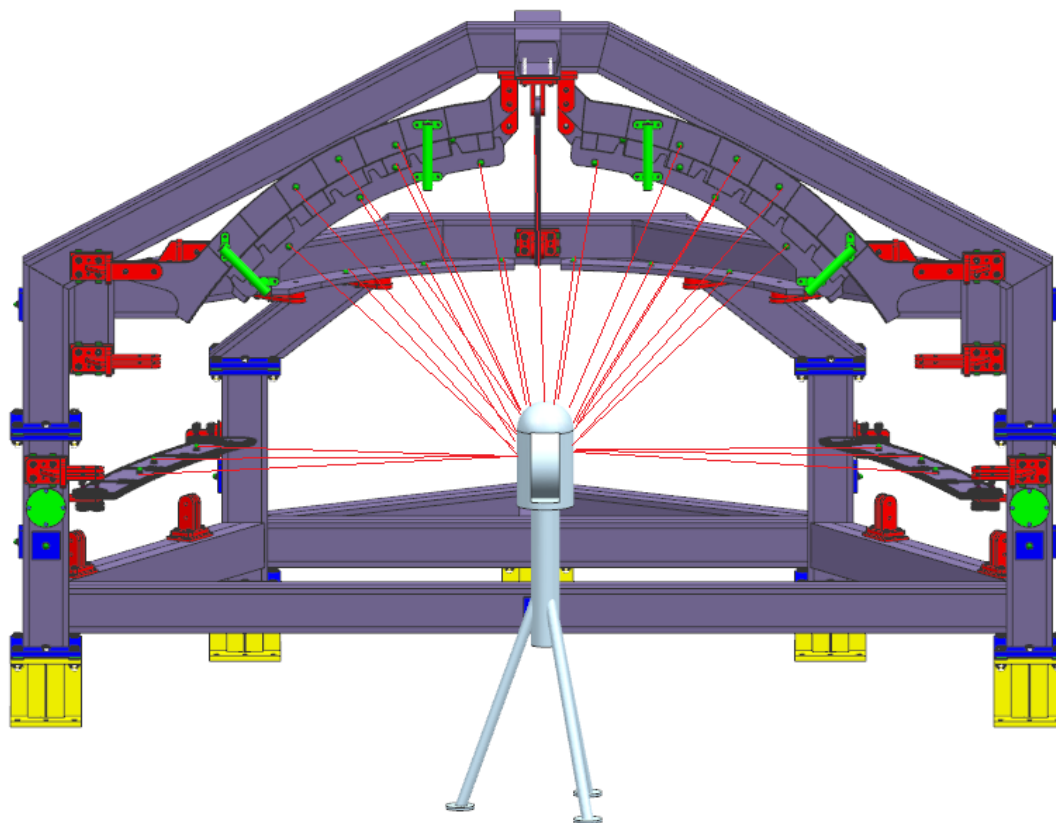


Рисунок 6.8 – Проверка положения базовых ложементов лазерным трекером.

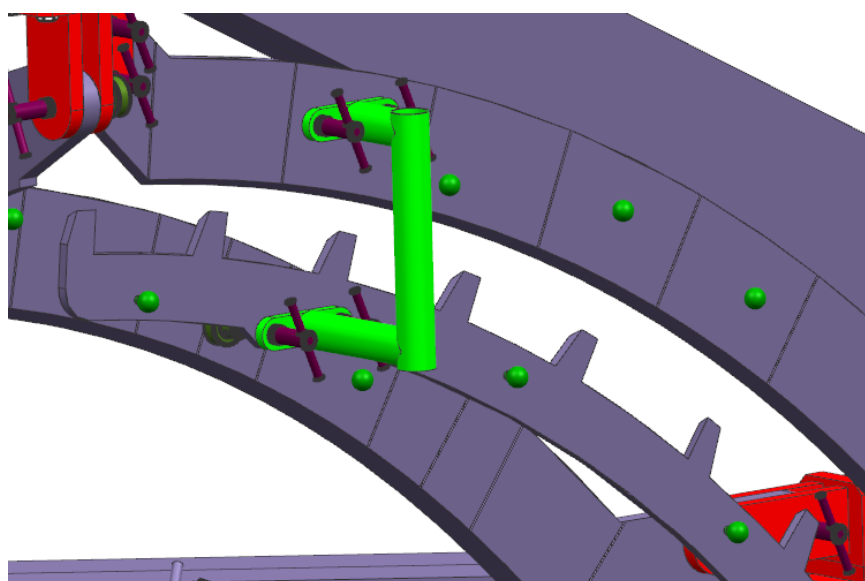


Рисунок 6.9 – Типовое изображение мишеней отражателей в базовых ложементах.

Далее следует завершающий этап монтажа сборочного приспособления – установка фиксирующих элементов, контрольных ложементов, прижимов и зажимов на ложементы, домкратов, фиксаторов рамы фонаря. Все это также сопровождается проверкой с помощью трекера (рис. 6.10, 6.11 и 6.12).

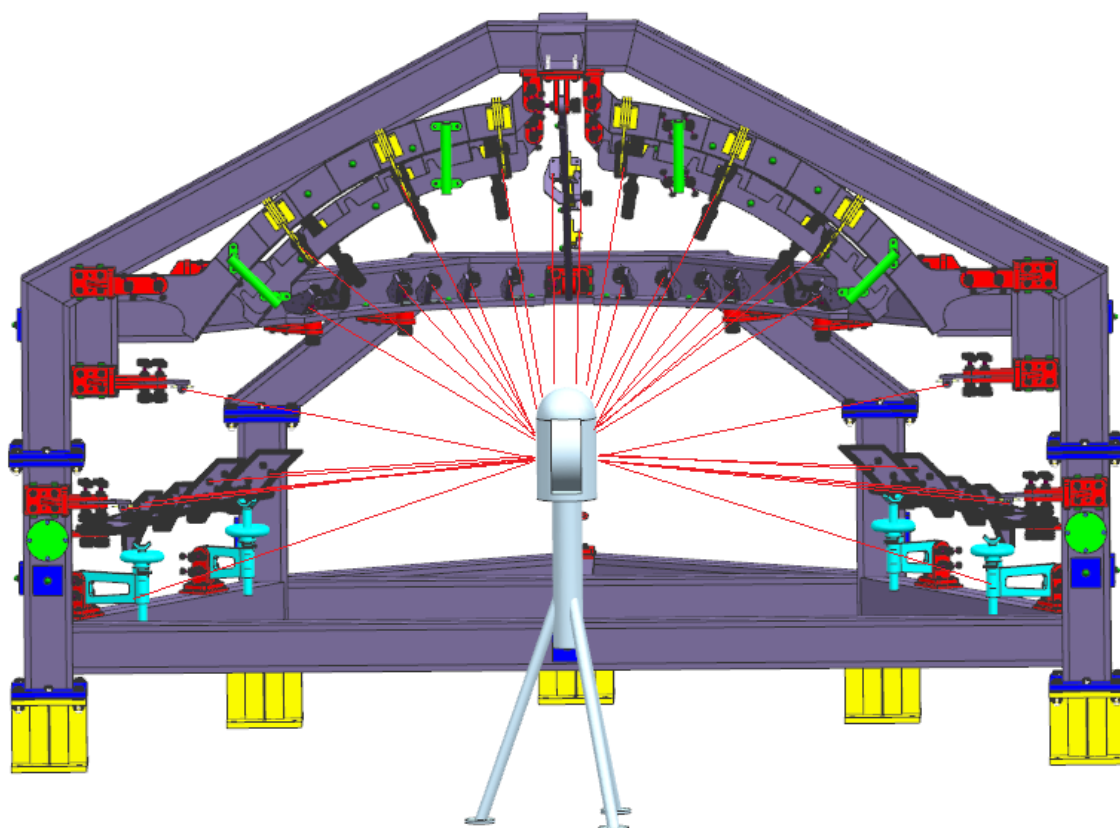


Рисунок 6.10 – Проверка положения фиксирующих лазерным трекером.

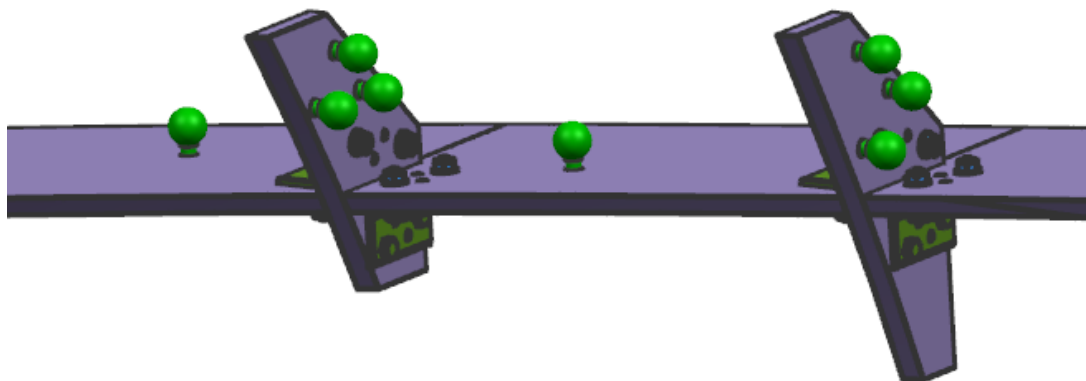


Рисунок 6.11 – Типовое изображение мишеней-отражателей в контрольных ложементках.

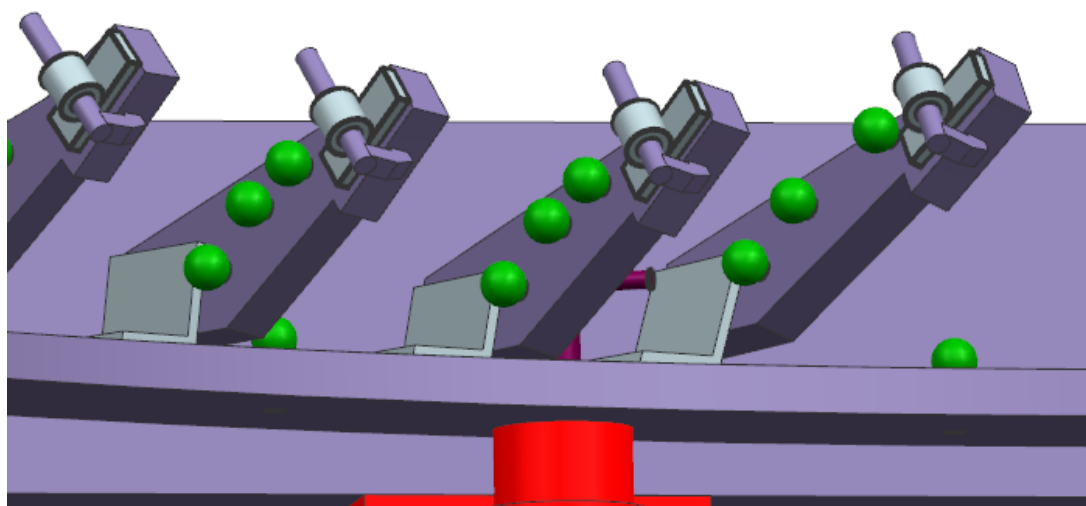


Рисунок 6.12 – Типовое изображение мишеней-отражателей в фиксирующих ложементках.

После этого монтаж сборочного приспособления можно считать законченным. Далее идет процесс очистки агрегата от мусора, окончательная сдача приспособления БТК, маркировка и подготовка стапеля к сборке агрегата.

7. Разработка комплекта конструкторской документации (КД).

7.1 Разработка комплекта чертежей сборочного приспособления.

Вся конструкторская документация (комплект чертежей сборочного приспособления) представлена в приложении №1.

8. Разработка технологического процесса сборки СЕ.

1. Подготовка приспособления к сборке.
2. Входной контроль деталей, узлов, сборочных единиц.
3. Проверить комплектность стапеля, наличие рубильников, ложементов, фиксирующих штырей, упоров, фиксаторов, прижимов.
4. Проверить наличие предохранительной обивки от механических повреждений собираемых деталей на ложементах, фиксаторах стапеля.
5. Проверить легкость хода прижимов, упоров, фиксирующих штырей.
6. -Проверить четкость и ясность информации на каркасе стапеля, отсутствие люфтов по подвижным соединениям.
7. Установка в приспособление рамы фонаря на домкраты.
8. Регулировка и выставление рамы фонаря в сборочное положение (рисунок 8.1).

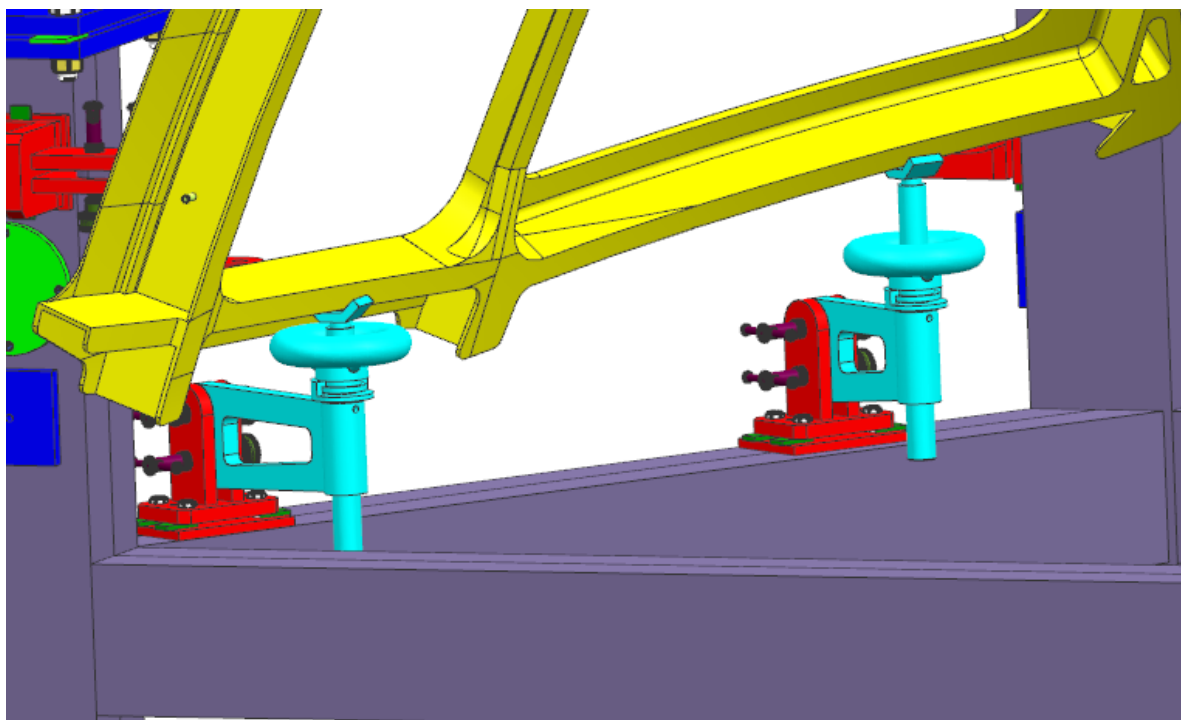


Рисунок 8.1 – Регулировка рамы фонаря с помощью домкратов.

9. Фиксация рамы фонаря в сборочном положении через КФО и фиксатор по балке на оси симметрии самолета (рис. 8.2 и 8.3).

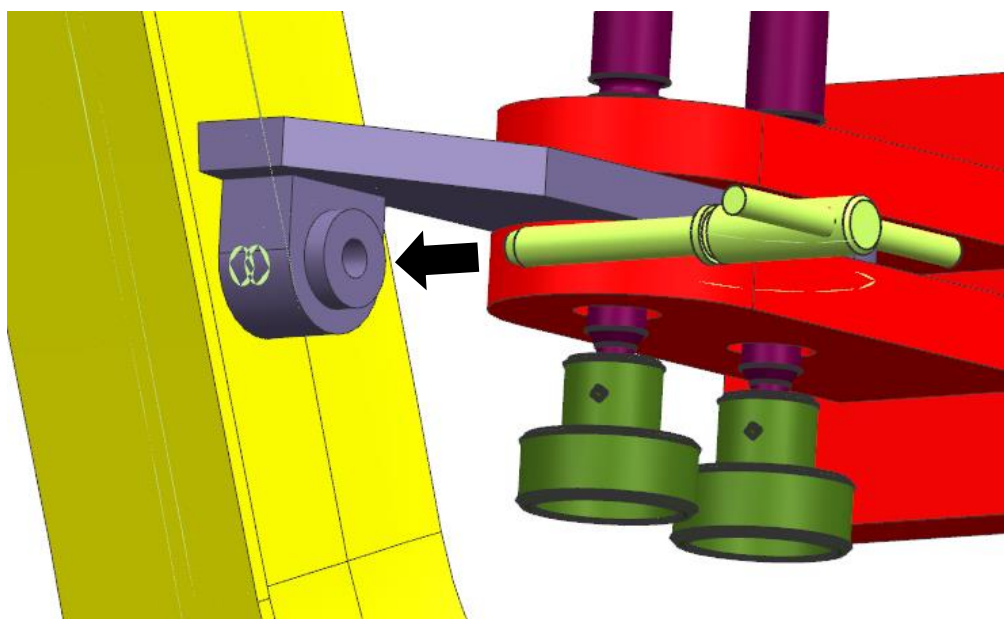


Рисунок 8.2 – Фиксация рамы фонаря через КФО.

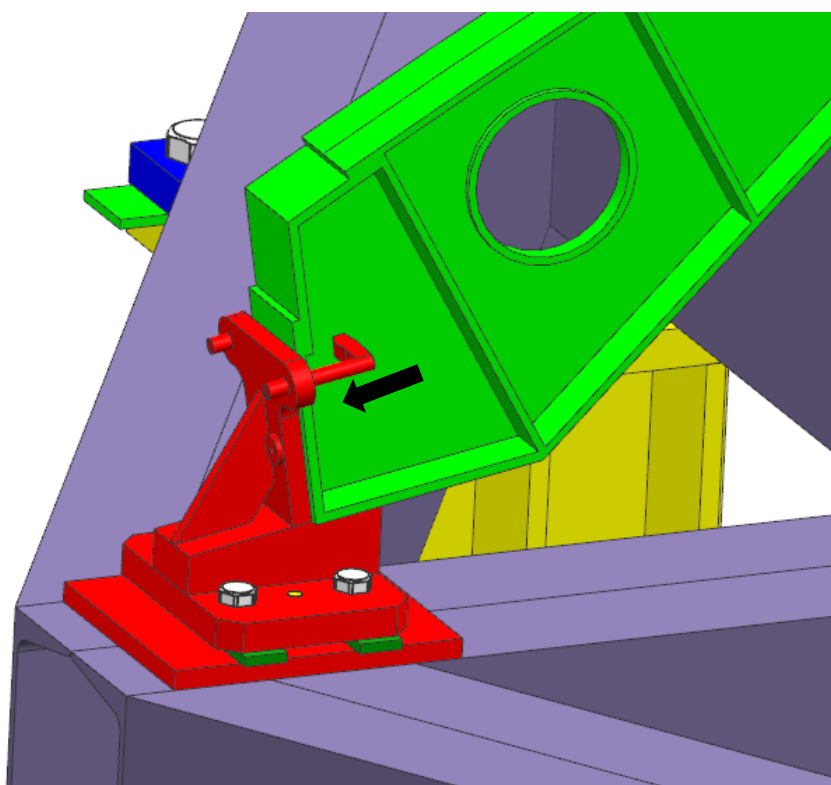


Рисунок 8.3 – Фиксация рамы фонаря фиксатором по оси симметрии самолета.

10. Установка контрольных ложементов и контроль положения рамы фонаря (рис. 8.4).

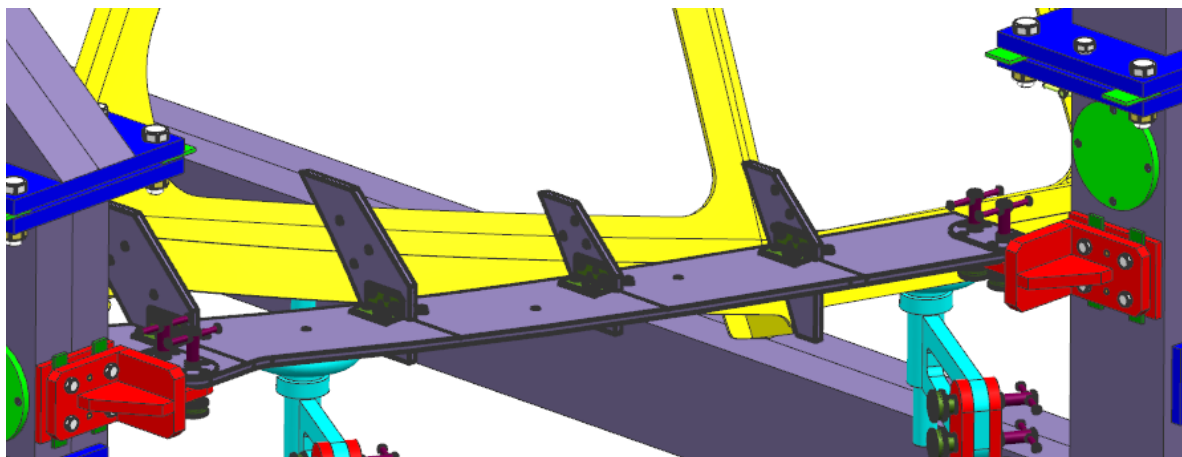


Рисунок 8.4 – Контроль положения рамы фонаря.

11. Установка, фиксация и сборка на технологические болты дуг по шпангоуту №4 (рис. 8.5).

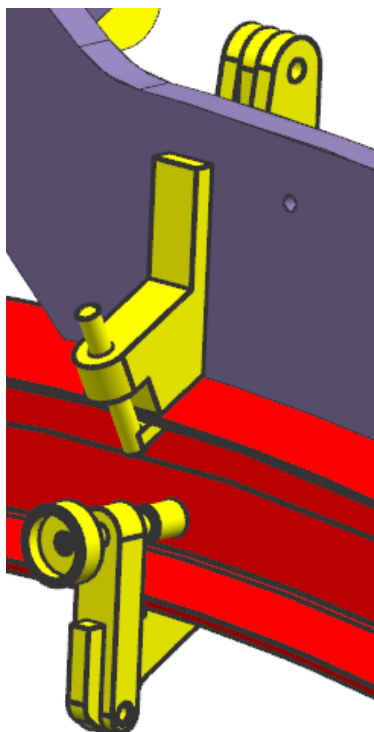


Рисунок 8.5 – Фиксация дуг по шпангоуту №4 бобышкой с Г-образным болтом и фиксатором с прижимающей пяткой.

12. Перестыковка дуги шпангоута №4 с рамой фонаря на контрольные болты (рис. 8.6).

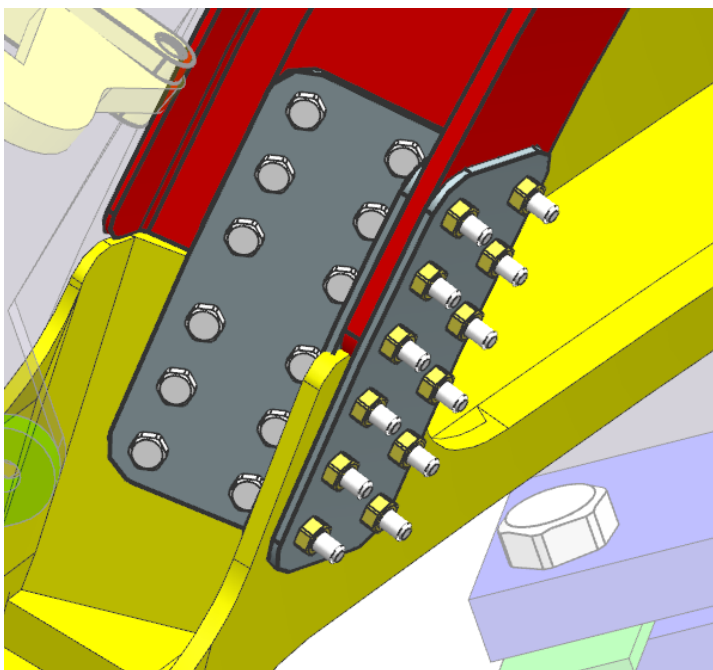


Рисунок 8.6 – Перестыковка дуги шпангоута №4 с рамой фонаря.

13. Установка, подгонка, сборка фитингов по дуге шпангоута №4 (рис. 8.7).

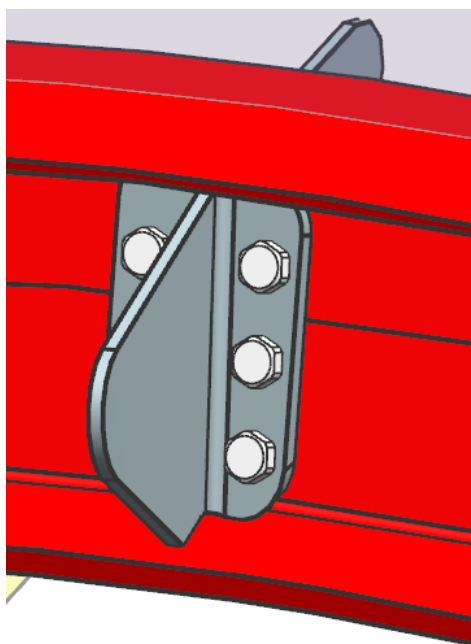


Рисунок 8.7– Установка фитингов по шпангоуту №4.

14. Установка, фиксация и сборка на технологические болты дуг по шпангоуту №5 (рис. 8.8).

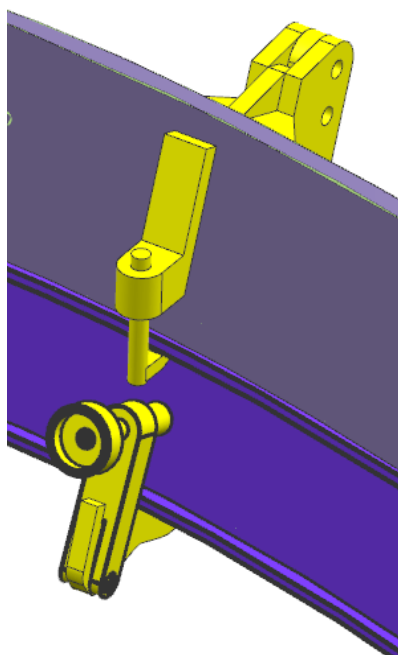


Рисунок 8.8 – Фиксация дуг по шпангоуту №5 бобышкой с Г-образным болтом и фиксатором с прижимающей пяткой.

15. Перестыковка дуги шпангоута №5 с рамой фонаря на контрольные болты (рис. 8.9).

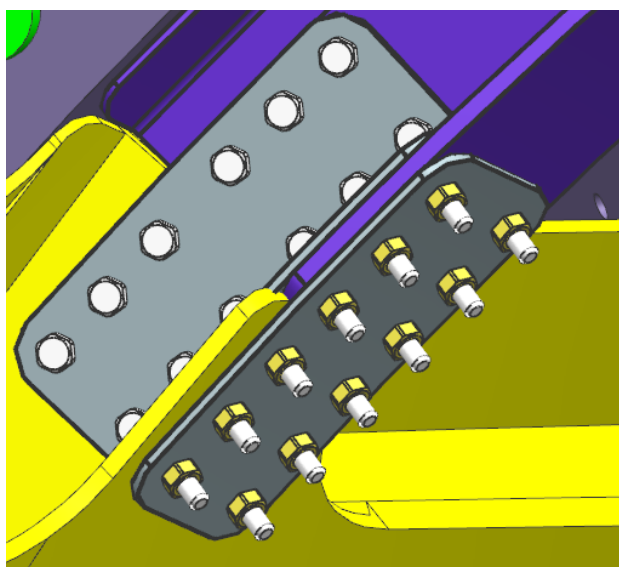


Рисунок 8.9 – Перестыковка дуги шпангоута №5 с рамой фонаря.

16. Установка, подгонка, сборка фитингов по дуге шпангоута № 5 на контрольные болты (рис. 8.10).

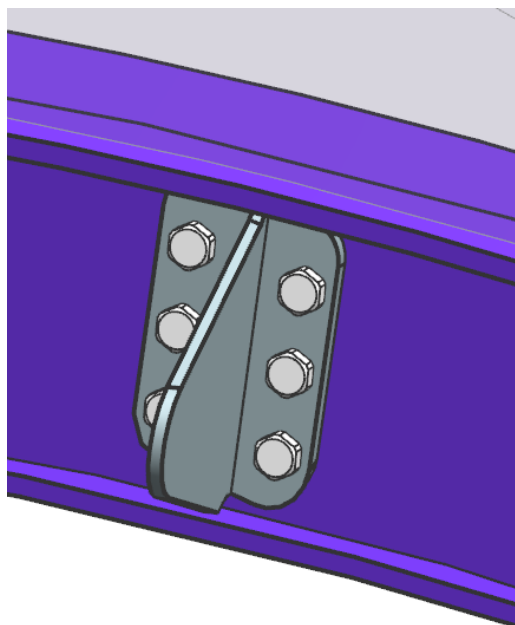


Рисунок 8.10 – Установка фитингов по шпангоуту №5.

17. Установка, фиксация и сборка на технологические болты балки по оси симметрии самолета (рис. 8.11).

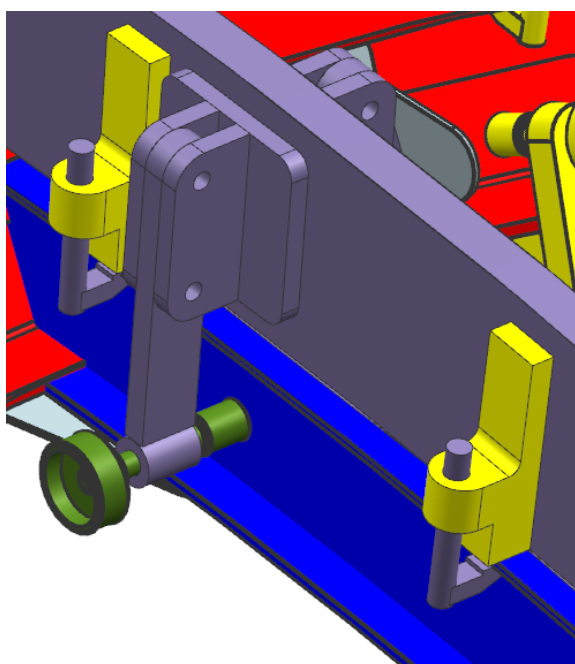


Рисунок 8.11 – Фиксация дуги по оси симметрии самолета бобышкой с Г-образным болтом и фиксатором с прижимающей пяткой.

18. Перестыковка дуги по оси симметрии самолета с рамой фонаря на контрольные болты (рис. 8.12).

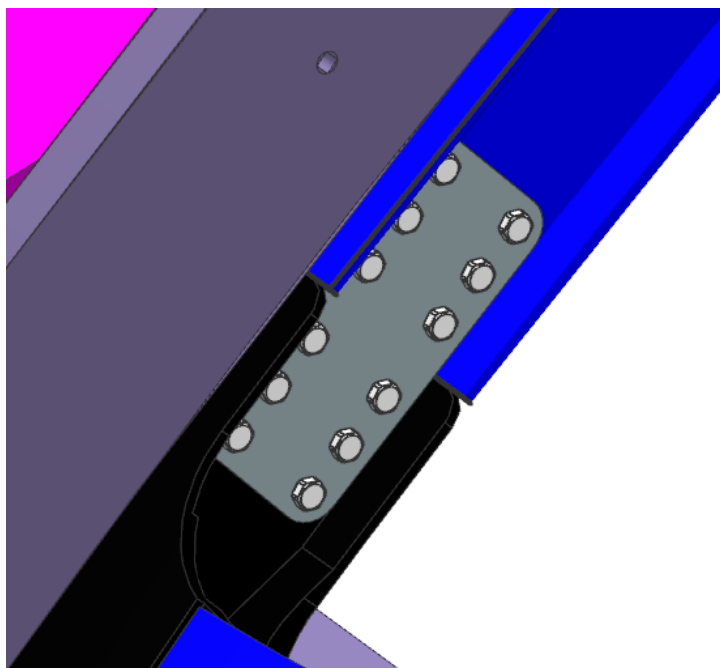


Рисунок 8.12 – Перестыковка дуги по оси симметрии самолета с рамой фонаря.

19. Перестыковка дуги по оси симметрии самолета с дугой шпангоута №4 на контрольные болты (рис. 8.13).

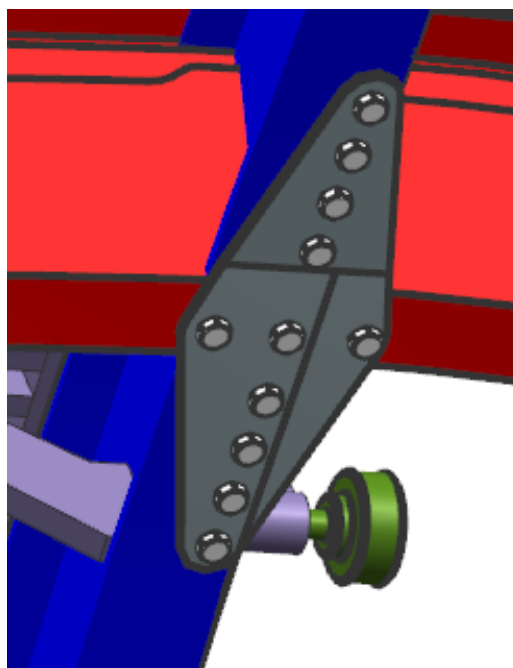


Рисунок 8.13 – Перестыковка дуги по оси симметрии самолета с дугой шпангоута №4.

20. Подгонка и сборка балки по стрингеру №5 (рис. 8.14).

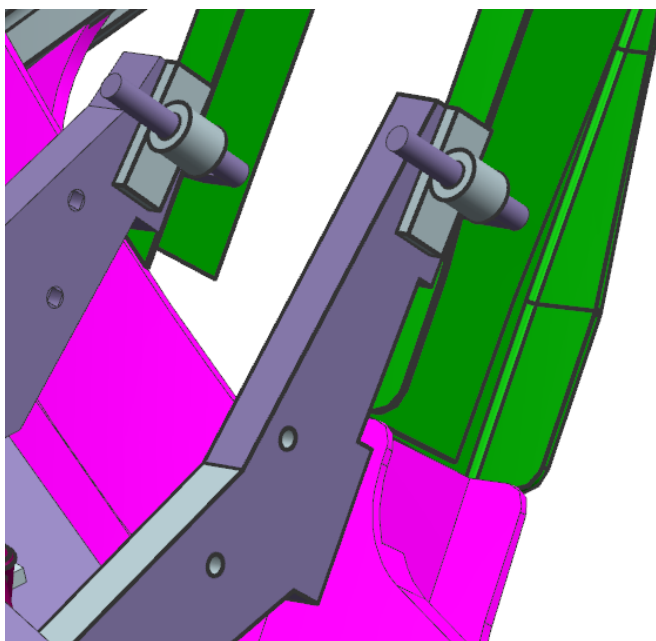


Рисунок 8.14 – Фиксация балки по стрингеру №5 ложементами с Г-образными болтами.

21. Установка болтов по стыку шпангоутов №4, №5, стрингера №5 по оси самолета с фонарем, между рамой фонаря и дугами шпангоутов №4, №5.

22. Установка болтов по шпангоуту №4 (по фитингам).

23. Установка перестыковочной ленты по шпангоуту №5 по верхнему лонжерону фонаря.

24. Установка стрингеров по дуге шпангоута №4 на контрольные болты по оси самолета на оба борта с помощью перестыковочных кронштейнов (рис. 8.15) и фитингов (рис. 8.16).

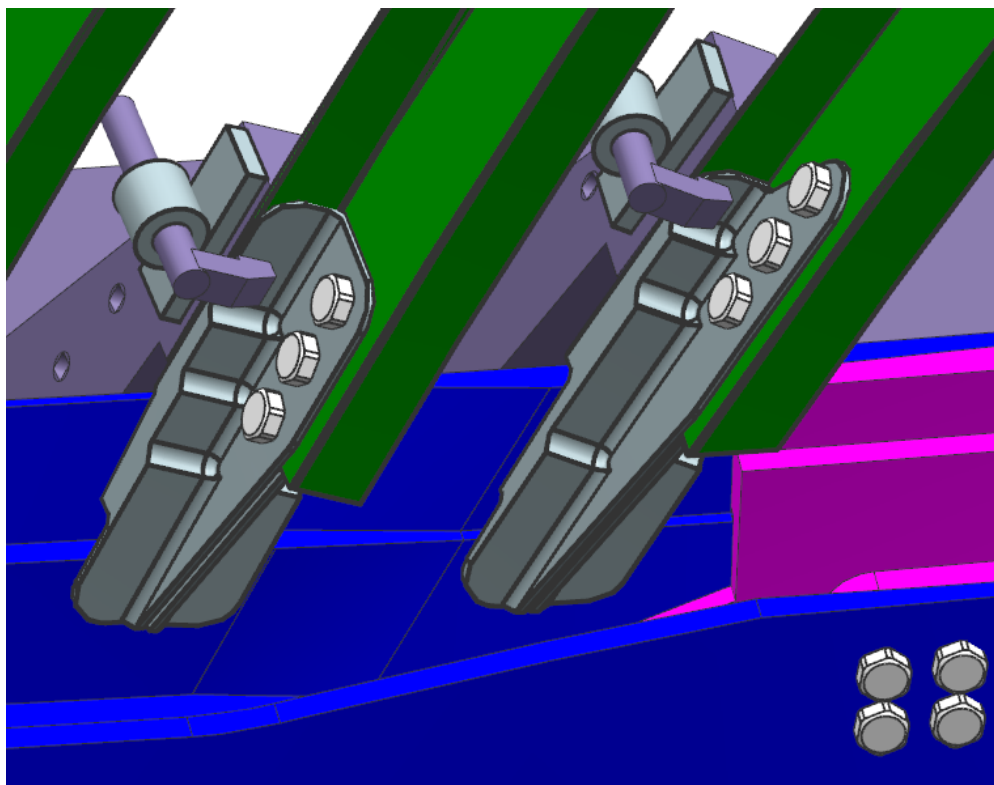


Рисунок 8.15 – Соединение стрингеров с рамой фонаря при помощи перестыковочных кронштейнов.

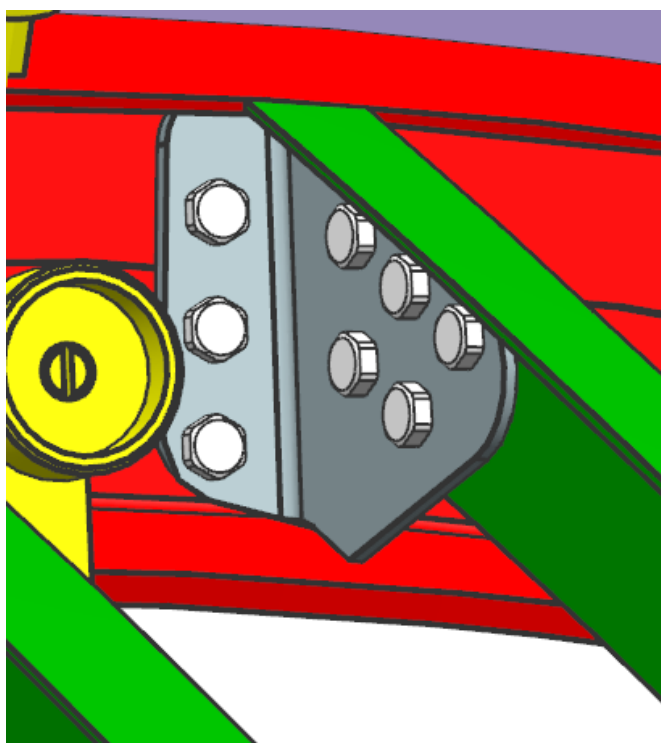


Рисунок 8.16 – Соединение стрингеров со шпангоутом №4 при помощи перестыковочных фитингов.

25. Установка стрингеров на участке от дуги шангоута №4 до дуги шангоута №5 на болты с помощью перестыковочных фитингов (рис. 8.17, 8.18).

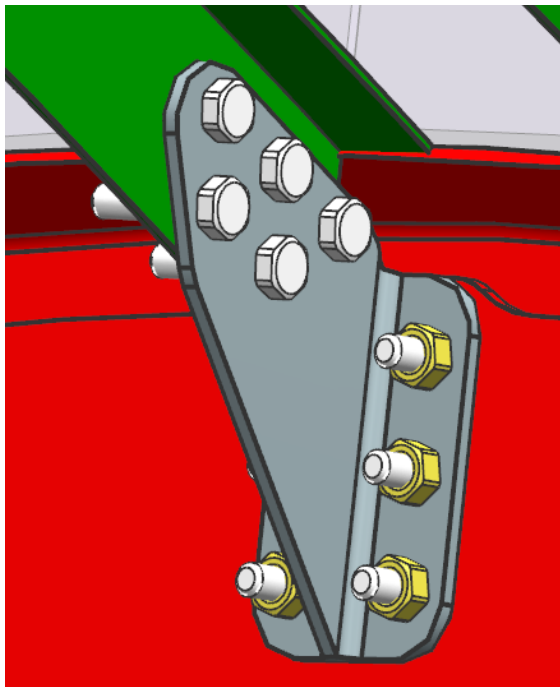


Рисунок 8.17 – Соединение стрингеров со шпангоутом №4 при помощи перестыковочных фитингов.

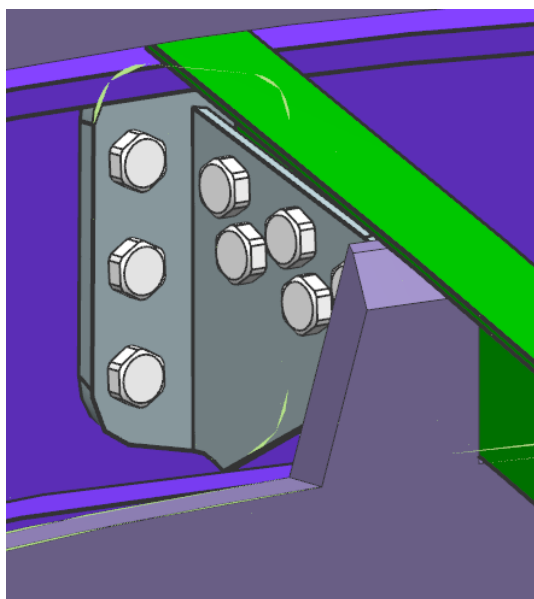


Рисунок 8.17 – Соединение стрингеров со шпангоутом №5 при помощи перестыковочных фитингов.

26. Установка листа обшивки на левый борт. Разметка по периметру лонжерона тех. припуска.
27. Установка листа обшивки на правый борт. Разметка по периметру лонжерона тех. припуска.
28. Разметка, сверловка отверстий в листе обшивки по дуге шпангоута №4.
29. Разметка тех. припуска листов обшивки по шпангоута №5.
30. Стыковка листов по оси самолета.
31. Разметка дуги шпангоута №5. Сверловка, рассверловка отверстий в ленте совместно с обшивкой.
32. Рассверловка всех отверстий в листах по фонарю. Зенковка отверстий по листам.
33. Обрезка тех. припусков по листам обшивки по дуге шпангоуту №5 и оси самолета.
34. Закладка листов обшивки на дуги после обрезки тех припуска и установка их на герметик.
35. Клепка верхнего лонжерона фонаря с обшивкой.
36. Клепка по дугам стрингеров от фонаря пилотов до дуги шпангоута №4.
37. Рассверловка дуги шпангоута №4. Клепка с заполнителем ЗП-3.
38. Клепка стрингеров между дугами шпангоутов №4 и №5.
39. Клепка дуги шпангоута №5.
40. Клепка фонаря по оси самолета.
41. Установка болтов по верхнему лонжерону фонаря.
42. Установка болтов по балке оси самолета.
43. Очистка агрегата от мусора.
44. Окончательная сдача фонаря БТК, маркировки, выемка из приспособления.

9.Разработка схемы контроля сборки.

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 фонаря на герметичность

методом обмыливания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках данной дипломной работы был рассмотрен следующий ряд задач:

1. Проанализированы конструктивно технологические особенности самолета и силовой схемы фонаря кабины пилотов.
2. Обоснован выбор способа базирования сборочной единицы (СЕ).
3. Обоснован выбор типа сборочного приспособления (СП).
4. Разработана схема сборки фонаря кабины пилотов.
5. Спроектированы и разработаны 3D модели каркаса СП, базовых и зажимных элементов СП.
6. Обоснованы методы монтажа СП, спроектированы и разработаны 3D модели установочных элементов.
7. Описан монтаж СП.
8. Разработан комплект конструкторской документации (КД).
9. Разработан технологический процесс сборки СЕ.
10. Разработана схема контроля.

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 the framework of this thesis was considered the following series of tasks:

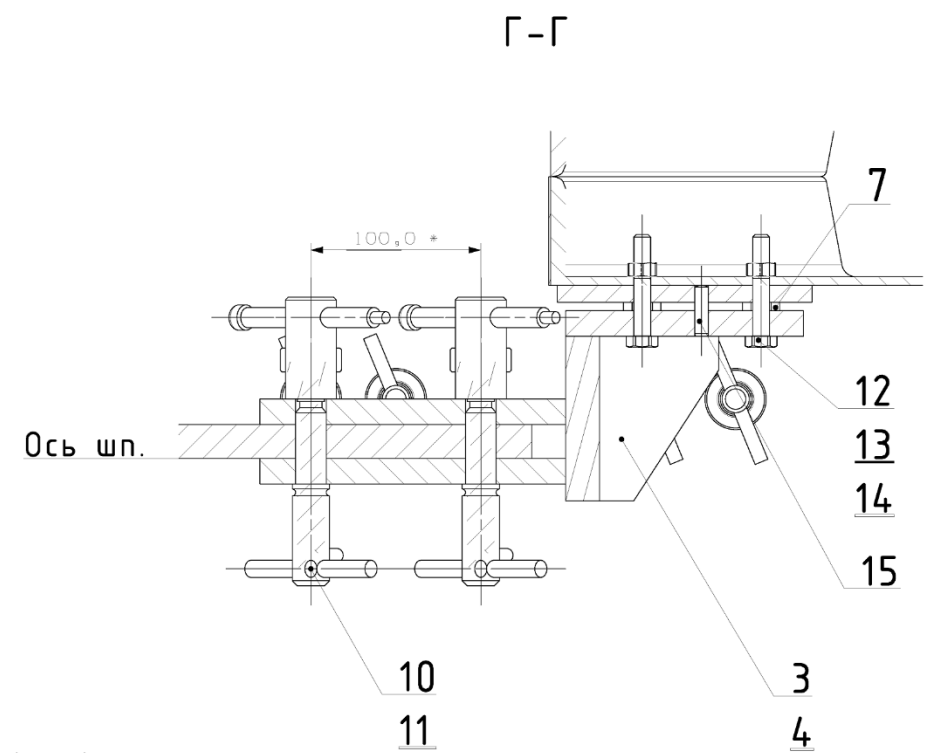
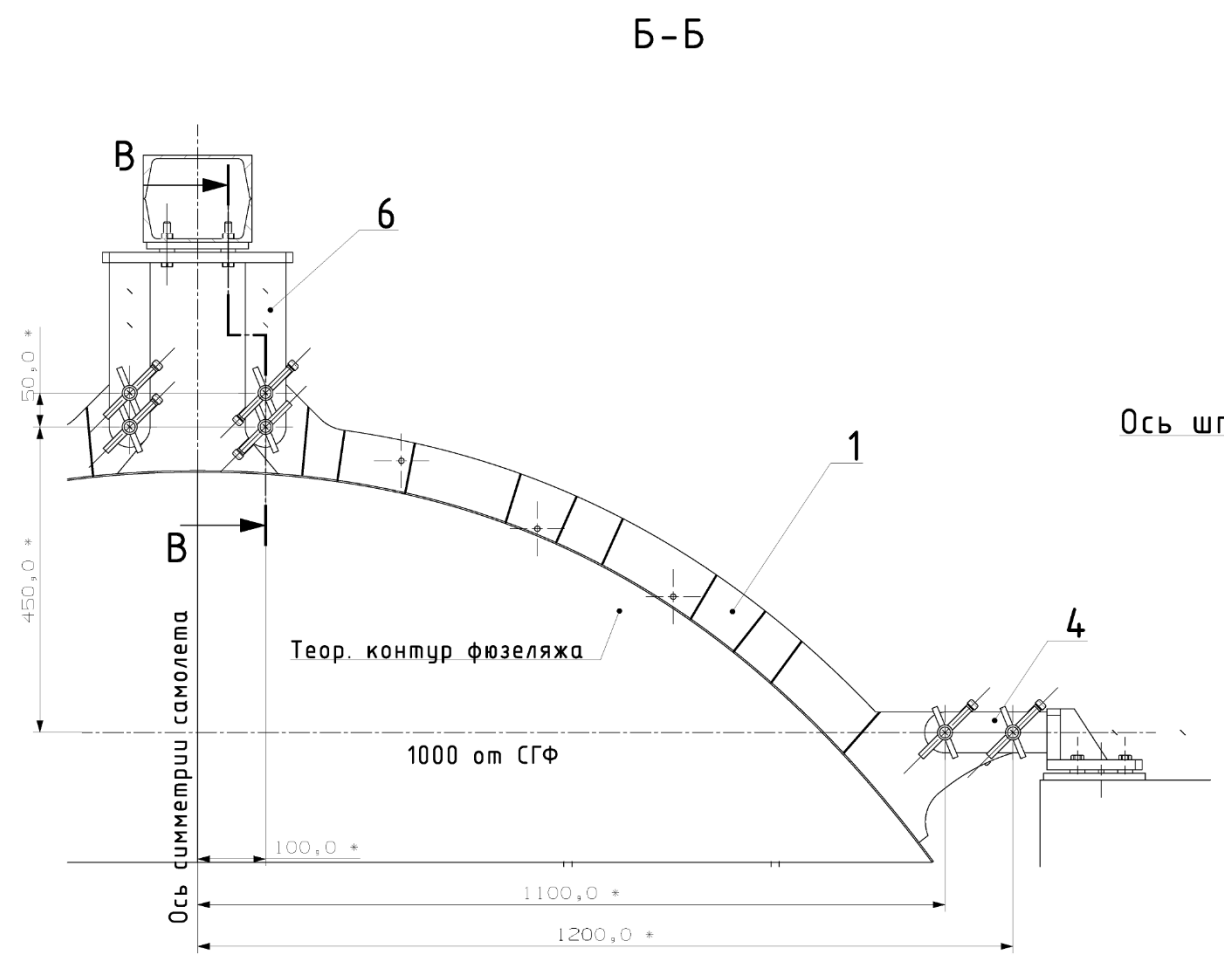
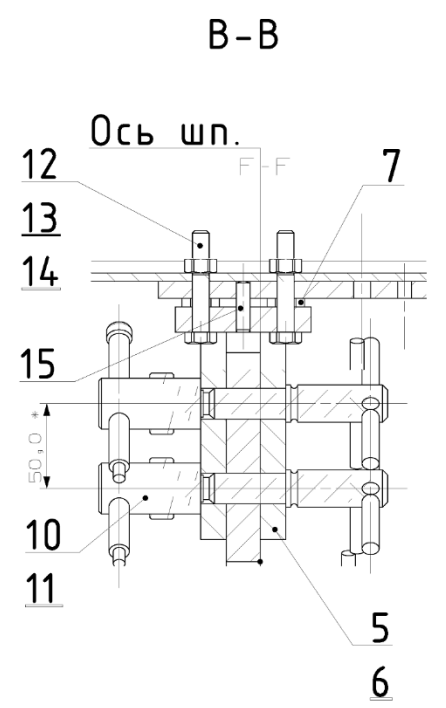
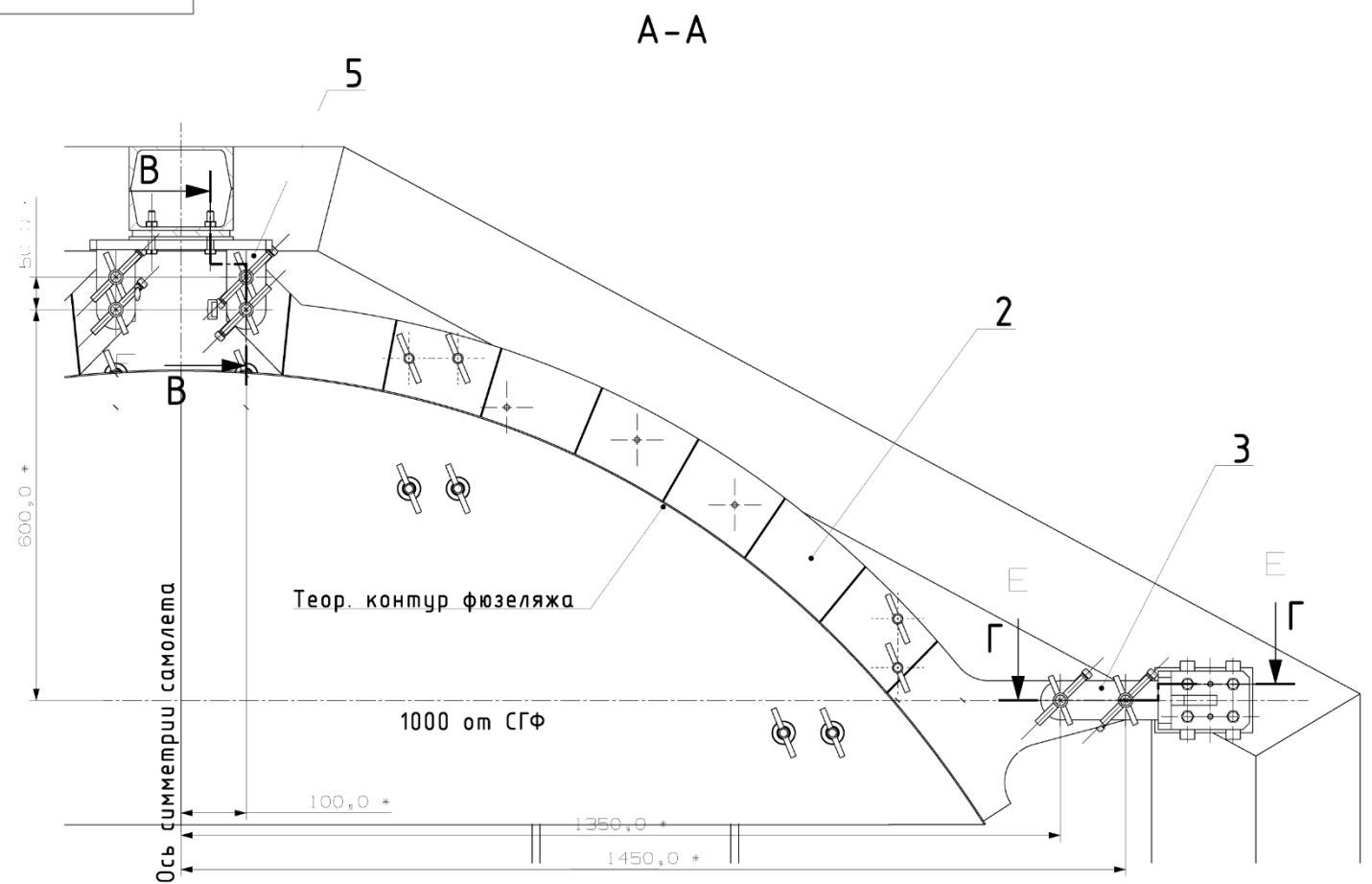
1. Structurally technological features of the aircraft and the power circuit of the cockpit lantern were analyzed.
2. The choice of the method of basing the assembly unit is justified.
3. The choice of the type of assembly device is justified.
4. An assembly scheme for the pilot light was developed.
5. Designed and developed 3D models of the assembly framework, basic and clamping elements of the assembly fixture.
6. The methods for assembling the assembly assembly have been substantiated, 3D models of mounting elements have been designed and developed.
7. Assembly assembly is described.
8. A set of design documentation has been developed.
9. The technological process of assembly assembly unit.
10. A control scheme has been developed.

Assembly is the final and most responsible stage of production, which combines the results of all previous stages and the main indicators of the quality of products.

The problem of improving the efficiency of Assembly technologies in the aviation industry and the quality of products is complex and insufficiently studied, it is complex and requires a systematic approach that takes into account the influence of interrelated design and technological factors. Therefore, the development of high-tech processes and means of automatic Assembly of parts and assemblies, as well as methods and recommendations is an urgent task.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. А.П. Худайбергенов, 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. В.И. Халиулин –Лабораторный практикум по дисциплине «Сборочные процессы и оснастка», Казань, КНИТУ-КАИ, 2014 г.
3. Ю.А. Вашуков, О.В. Ломовской, А.А. Шаров «Технология и оборудование сборочных процессов», Самара, СГАУ, 2011г.
4. В.И. Халиулин ,С.Р.Ибатуллина «Технология сборки металлических и композитных конструкций», Казань, КНИТУ-КАИ, 2014г.



1. Правое - изображено, левое - зеркально.
2. Кол-во деталей в спецификации дано на правый и левый борт.
3. Крепежные и фиксирующие детали крепить на цепочку к элементам сталея.
4. Размеры со знаком * выполнять с допусками ± 0.05 .
5. Размеры со знаком ** - справочные.

19				
18				
17				
16				
15	Штифт Вх30	ГОСТ 3128-70	16	
14	Гайка М10	ГОСТ 5927-70	32	
13	Шайба 10	ГОСТ 11371-78	32	
12	Болт М10х60	ГОСТ 7798-80	32	
11	Гайка 7003-0230	ГОСТ 13426-68	16	
10	Болт ступ. 1817Х50	63869/034	16	
Стандартные изделия				
Сборочный чертеж				
Документация				
Формат	Знак	Наз.	Обозначение	Наименование
Иж.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
Разработ	Период	Е.В.		
Проверил	Сослов	А.В.		
Т.контр.				
Нач. ЦБ				
Н.контр.				
Утвердил				
Фиксация ложемента				Литера
				Масса
				Масштаб
				1:1
				Лист 2
				Листов

Справ. № Перв. грамочен.
 Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № Фл. № Подпись и дата
 Инв. № пасп.

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 _____ Перцева Егора Вадимовича _____
(фамилия, имя отчество)

1258 учебной группы института АНТЭ

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

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 фонаря кабины пилотов самолета с использованием современных способов монтажа на базе лазерных координатно-измерительных систем. При решении поставленной задачи им предложено оригинальное решение, позволяющее производить сборку фонаря совместно с верхней панелью, что позволит сократить количество потребной технологической оснастки и повысить точность сборки агрегата. На высоком уровне продуман технологический процесс сборки фонаря кабины пилотов.

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)

Р Е Ц Е Н З И Я

НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

студента Перцева Егора Вадимовича
(фамилия, имя отчество)

1258 учебной группы ИАНТЭ института

Тема проекта: Проектирование технологической оснастки и технологии сборки фонаря кабины пилотов 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 Перцева Егора Вадимовича по направлению 24.04.04 «Авиастроение» рассматривает актуальную тему «Проектирование технологической оснастки и технологии сборки фонаря кабины пилотов 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 Перцевым Е.В. 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 и 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 Перцева Егора Вадимовича перспективной и актуальной для дальнейшей реализации.

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

Рецензент:

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

(должность)


(личная подпись)



Гусов Е. А.
(Ф.И.О.)

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

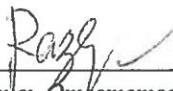
В результате проверки системой «Антиплагиат КНИТУ-КАИ» ВКР студента Перцева Егора Вадимовича установлено:

Ф.И.О. обучающегося

Оригинальность ВКР составляет 92 %, что соответствует (~~не соответствует~~) (*ненужное зачеркнуть*), требованиям порядка и условиям допуска выпускных квалификационных работ кафедры «Производство летательных аппаратов» к защите с учетом объемной заимствования с использованием системы «Антиплагиат КНИТУ-КАИ».

09.06.2020

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.