

Министерство образования Иркутской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Иркутской области
«Иркутский авиационный техникум»
(ГБПОУИО «ИАТ»)

РАССМОТРЕНО
На заседании ВЦК ПЛА
Протокол № 2
от 15 октября 2025 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

программы подготовки специалистов среднего звена

24.02.01 Производство летательных аппаратов

Базовой подготовки

Иркутск 2025

Разработчик:

преподаватель ГБПОУИО «Иркутский авиационный техникум»
Захаров Роман Николаевич

Консультанты:

Инженер-технолог технологического подразделения отдела 318 ПАО
«Яковлев» Иркутский авиационный завод
Яскевич Александра Николаевна

Содержание

1 Область применения	4
2 Общие положения	5
2.1 Назначение дипломного проекта.....	5
2.2 Тематика дипломных проектов	5
2.3 Содержание дипломного проекта и общие правила выполнения.....	6
2.4 Руководство выпускной квалификационной работой.....	6
2.5 Предзащита дипломного проекта	8
2.6 Рецензирование ДП.....	8
2.7 Процедура защиты дипломного проекта	8
2.8 Оформление материалов с пояснительной запиской, конструкторской документацией и демонстрационным материалом	8
3 Содержание пояснительной записки.....	10
3.1 Разработка раздела «Введение».....	10
3.2 Разработка раздела «1 Разработка конструкции и конструкторской документации».....	11
3.3 Разработка раздела «2 Разработка технологического процесса сборки узла».....	54
3.4 Разработка раздела «3 Разработка конструкции сборочной оснастки»	69
3.5 Разработка раздела «4 Организация и управление работой участка сборки узла».....	79
3.6 Разработка раздела «5 Охрана труда на производственном участке».....	92
3.7 Разработка раздела «Заключение»	94
3.8 Разработка раздела «Перечень применяемых аббревиатур, сокращений»... ..	94
3.9 Разработка раздела «Список используемых источников»	94
3.10 Разработка раздела «Приложение. Графические и текстовые документы».....	95
4 Разработка чертежно-графической части	96
4.1 Требования к сборочным чертежам	96
4.2 Требования к чертежам деталей	97
Перечень используемых аббревиатур, сокращений	98
Приложение А	101
Приложение Б	102
Приложение В.....	60

1 Область применения

Настоящие методические указания устанавливают основные правила выполнения дипломного проекта на разработку конструкции узлов, технологической оснастки и технологического процесса сборки узлов летательных аппаратов. Положения настоящих методических указаний обязательны к применению в Иркутском Авиационном техникуме для учащихся, выполняющих дипломный проект, руководителей дипломных проектов, консультирующих учащихся и рецензентов.

2 Общие положения

2.1 Назначение дипломного проекта

Дипломный проект выполняется каждым выпускником техникума, обучающимся по образовательным программам среднего профессионального образования и является самостоятельной работой выпускника на заключительном этапе обучения.

Дипломный проект способствует систематизации и закреплению знаний выпускника по специальности при решении конкретных задач, а также дает возможность оценить степень уровня подготовки выпускника и умения применять знания, полученные в процессе обучения в техникуме. Методические указания по выполнению дипломного проекта помогают работать планомерно и стимулируют творческий подход к разработке проекта.

Содержание дипломного проекта и разделы пояснительной записки определяются в зависимости от темы и характера дипломного проекта.

2.2 Тематика дипломных проектов

Темы дипломных проектов должны отвечать современным требованиям развития высокотехнологичных отраслей науки, техники, производства, экономики и иметь практико-ориентированный характер.

Студенту предоставляется право выбора темы дипломного проекта, в том числе предложения своей тематики с необходимым обоснованием целесообразности ее разработки для практического применения. При этом тематика дипломного проекта должна соответствовать содержанию одного или нескольких профессиональных модулей, входящих в ОП СПО.

Тематика дипломных проектов должна предусматривать усовершенствование действующих в настоящее время технологий, а также возможность внедрения нового высокопроизводительного оборудования, инструмента, приспособлений.

При подготовке заданий предпочтение должно быть отдано темам, имеющим конкретное практическое значение, т.е. пригодным к внедрению в производство или учебный процесс.

Наиболее распространённой тематикой дипломных проектов для учащихся, будущих техников, работающих в заготовительно-штамповочных, агрегатно-сборочных и сборочных цехах, является разработка проекта участка узловой сборки агрегатно-сборочного (сборочного цеха) с разработкой технологического процесса для сборки узла или монтажа оборудования (для сборочного цеха) и с разработкой конструкции оснастки (приспособления) для сборки. При выборе узлов желательно, чтобы они выходили на аэродинамический обвод или были эквидистанты ему.

Темы дипломных проектов могут посвящаться изготовлению деталей в заготовительно-штамповочном производстве.

Допускается выполнение учащимися дипломных проектов, содержанием которых является переоборудование действующих или создание

новых учебных кабинетов и лабораторий общетехнических и специальных дисциплин, участков.

В дипломном проекте может быть предусмотрена работа по изготовлению изделия (детали, сборочной единицы, приспособления, макета, учебно-наглядного пособия и т.п.).

В состав дипломного проекта могут входить также изделия, приготовленные студентами в соответствии с заданием на дипломное проектирование.

В техникуме могут выполняться групповые дипломные проекты. В этом случае каждому учащемуся должна быть поставлена чёткая индивидуальная задача с обязательной разработкой организационного и экономического разделов по своей части проекта. В этом случае в задании на дипломное проектирование возможно уменьшение объёма работ других разделов проекта.

Как дополнения в темы дипломных проектов, по усмотрению руководителя дипломного проекта и консультанта по охране труда, могут входить индивидуальные задания по производственной санитарии, техники безопасности, пожарной безопасности.

Темы дипломных проектов могут также выполняться учащимися по заказам предприятий для конкретных производственных условий.

2.3 Содержание дипломного проекта и общие правила выполнения

Дипломный проект состоит из пояснительной записки и чертежно-графической части.

Объём пояснительной записки – от 70 до 150 листов формата А4 машинописного текста.

Объём графической части прописан в листе задания на дипломный проект (Приложение Б).

Пояснительная записка и чертежно-графическая часть выполняются согласно ГОСТ и МУ по оформлению курсовой и дипломной работы для специальности 24.02.01 Производство летательных аппаратов.

Чертежно-графическая часть выполняется в графических программах (смотреть раздел 4 и в приложении В) и сдается в электронном виде.

Пояснительная записка, спецификации к сборочным чертежам и основные надписи к чертежам печатаются с последующей сшивкой вместе с листом задания в твердый переплет.

2.4 Руководство выпускной квалификационной работой

Для подготовки ДП студенту назначается руководитель дипломного проекта (далее – руководитель ДП) и, при необходимости, консультанты.

Закрепление за студентами тем дипломных проектов, назначение руководителей ДП и консультантов осуществляется приказом директора техникума.

Функции руководителя ДП:

- разработка задания на подготовку дипломного проекта (задание выдается обучающемуся не позднее, чем за две недели до начала производственной практики (преддипломной));
- разработка индивидуального графика дипломного проектирования (ознакомление обучающихся в течение трех рабочих дней от начала преддипломной практики с индивидуальным графиком дипломного проектирования);
- консультирование по вопросам содержания и последовательности выполнения дипломного проекта;
- оказание помощи в подборе необходимых источников;
- контроль за ходом выполнения дипломного проекта в соответствии с установленным графиком в форме регулярного обсуждения руководителем и обучающимся хода работ;
- оказание помощи (консультирование обучающегося) в подготовке презентации и доклада для защиты ДП;
- по завершении выполнения обучающимся дипломного проекта руководитель ДП проверяет качество работы, подписывает её, готовит письменное заключение (отзыв) на выпускную квалификационную работу, включая ее оценку.

Функции консультанта по экономике:

- подпись консультанта по экономике, на титульном листе пояснительной записки должны быть получены студентом при сдаче им соответствующего раздела. Подписи выставляются после проверки ДП руководителем дипломного проекта.

Функции нормоконтролера:

- нормоконтроль проводится в два этапа:
 - 1 этап – проверка оригиналов документов. Эти материалы предъявляют нормоконтролеру с подписью в графе «Разраб.» и «Руковод.» (согласно ГОСТ 2.111-2013);
 - 2 этап – проверка документов в подлинниках (на бумажном носителе) при наличии всех подписей лиц, ответственных за содержание и выполнение документов (с подписью в графе «Разработал», «Руководитель»), кроме утверждающей подписи заместителя директора по учебной работе не позднее четырнадцати дней до даты защиты ДП;
- все разрабатываемые документы должны предъявляться на нормоконтроль комплектно.
- нормоконтролер имеет право отражать замечания по оформлению текстовой и чертежно-графической части в «Листе замечаний нормоконтролера», который служит исходным материалом для качественного выполнения проекта и предъявляется на защиту;
- исправлять и изменять подписанные нормоконтролером документы не допускается.

2.5 Предзащита дипломного проекта

Предзащита ДП проводится до получения обучающимся отзыва на ДП и прохождения процедуры нормоконтроля ПЗ, согласно приказу.

2.6 Рецензирование ДП

Не менее чем за 10 календарных дней до установленного срока защиты ДП сшитая ПЗ и чертежно-графическая часть в электронном виде передаются рецензенту.

Рецензент обязан в рецензии дать оценку ДП в целом и по отдельным его частям, обратив особое внимание на содержание задания на ДП и грамотность выполнения и оформления чертежно-графической документации.

2.7 Процедура защиты дипломного проекта

На защиту ДП отводится до 1 академического часа на одного обучающегося. Процедура защиты включает доклад обучающегося (не более 15 минут), вопросы членов ГЭК, ответы обучающегося, чтение отзыва и рецензии.

Во время доклада обучающийся использует подготовленный наглядный материал, иллюстрирующий основные положения ДП.

При подготовке доклада обучающемуся следует учитывать регламент времени и критерии оценивания доклада из программы ГИА. Доклад в начале защиты должен содержать поставленные цели и решаемые задачи, в конце доклада выводы по проделанной работе и решенным задачам, отражая достижение поставленных целей.

2.8 Оформление материалов с пояснительной запиской, конструкторской документацией и демонстрационным материалом

Дипломные проекты в электронном виде в составе пояснительной запиской, конструкторской и технологической документации и демонстрационного материала сдается дипломному руководителю. Дипломный руководитель обязан проверить правильность помещенной в папку информации. Данная папка передается председателю ВЦК ПЛА для размещения на сетевом ресурсе R.

Структура содержания папки для передачи руководителю изображена на рисунке 1.1.

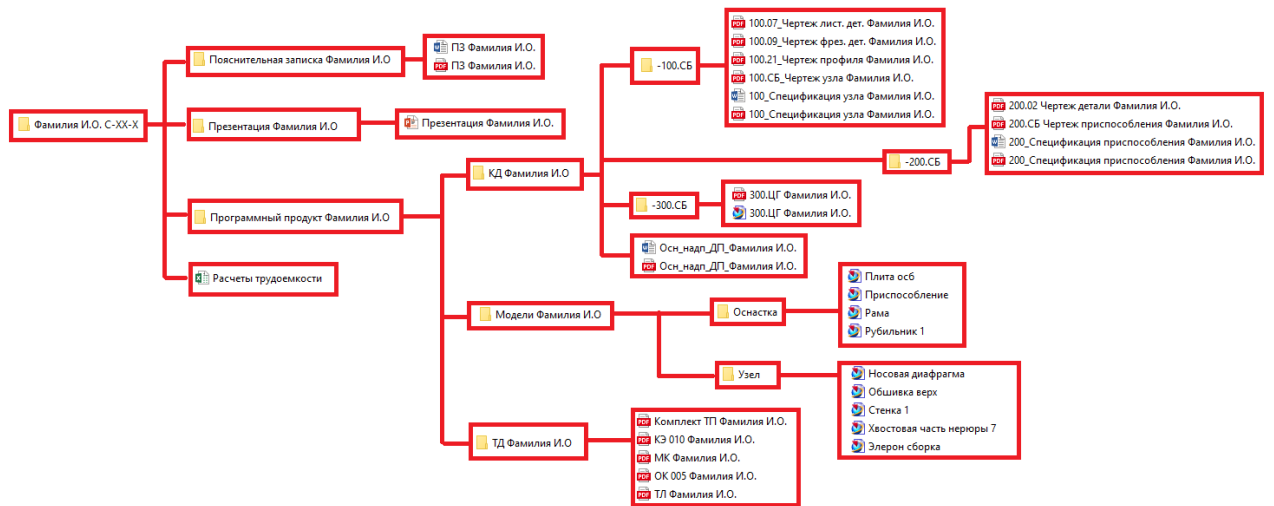


Рисунок 1.1 – Структура содержания папки с файлами

3 Содержание пояснительной записки

Пояснительная записка должна содержать:

Титульный лист (Приложение А)

Задание на дипломное проектирование (Приложение Б)

Лист «Содержание»

Введение

1 Разработка конструкции и конструкторской документации

1.1 Описание разработанной конструкции сборочного узла

1.2 Описание конструктивно-технологической характеристики сборочного узла

1.3 Технические требования на сборку узла

1.4 Разработка схемы увязки заготовительной и сборочной оснастки

1.5. Расчет анализа технологичности конструкции заданного сборочного узла

2 Разработка технологического процесса сборки узла

2.1 Обоснование проектируемого технологического процесса сборки узла

2.2 Выбор метода сборки и разработка схемы базирования

2.3 Разработка технологического процесса сборки узла в сборочном приспособлении и составление схемы сборки узла

2.4 Выбор и обоснование метода увязки и обеспечения взаимозаменяемости

2.5 Разработка технических условий на поставку деталей для сборки узла

3 Разработка конструкции сборочной оснастки

3.1 Разработка технических условий на проектирование сборочной оснастки

3.2 Разработка конструкции сборочной оснастки

3.3 Расчёт допустимого прогиба балки сборочного приспособления

4 Организация и управление работой участка сборки узла

4.1 Расчет трудоемкости сборки узла

4.2 Разработка циклового графика

4.3 Расчет годового фонда рабочего времени

4.4 Организация производственного участка на сборку узла для серийного производства и организация рабочего пространства

5 Охрана труда на производственном участке

Заключение

Перечень применяемых аббревиатур, сокращений

Список используемых источников

Приложение. Графические и текстовые документы

3.1 Разработка раздела «Введение»

Введение должно быть увязано с темой дипломного проекта и по объёму должно составлять 1-2 страницы пояснительной записки.

Во введении должны быть:

- Представлен объект производства;
- Представлены сведения об используемой современной системе 3D моделирования;
- Указана тема и цель проекта;

- Выделены основные задачи, в соответствии с целью дипломного проекта;
- Обоснована актуальность и значимость выданной темы.

При оформлении введения разрешается актуальность и значимость вводить в постановку задач для более грамотного сочетания текста и исключения повторений.

3.2 Разработка раздела «1 Разработка конструкции и конструкторской документации»

В данном разделе дается описание конструкции разрабатываемого узла, этапов проектирования конструкции (каждой детали, конструктивных элементов и всей конструкции в целом), количество и состав конструктивных элементов, виды соединений деталей, технические требования на сборку и анализ технологичности.

Оценка дипломного проекта включает комплексную оценку сложности конструкции, её работоспособность и прочие параметры.

Обеспечение работоспособности изделия включает комплексную взаимосвязь элементов конструкции. Все узлы самолета имеют тот или иной стык с другими частями самолета. Данные стыковочные элементы должны быть продуманы в разрабатываемом изделии. Для поворотных элементов должна быть обеспечена соосность навесных кронштейнов и возможность поворота по ним.

Сами детали конструкции помимо общей стыковки между собой должны быть разработаны с учетом требований экономичности и оптимизации трудоемкости. Составные силовые элементы часто дешевле в производстве, чем фрезерованные, но при этом значительно повышается трудоемкость сборки и снижается точность. Некоторые детали рациональнее обрабатывать не из цельных плит, а из подготовленных прессованных профилей или листов. Некоторые продольные элементы также рационально не фрезеровать, а выполнять из прессованных профилей.

В общем случае следует учитывать такие параметры как загруженность оборудования и возможности производства. Если в узле много листовых деталей и очень мало механически обработанных и деталей из профиля, то возможно имеет смысл выделить некоторые листовые детали к фрезерованным, чтобы снизить общую долю работ по штамповке.

Основными оцениваемыми параметрами сложности являются:

1. Требования к конструкциям деталей и наличию конструктивных элементов.
 - Для обшивок это может быть подсечка под стык «внахлест» (ОСТ 1.52468-80, тип 1 – плоская) или фрезерованные карманы, образующие сложный профиль сечения. Кроме того, может быть обеспечена сложная система вырезов под люки, проводку систем, монтаж навесного оборудования. В качестве другого усложняющего фактора обшивка может быть выполнена в виде монолитной панели.
 - Детали из профиля могут усложняться наличием подсечек (ОСТ 1 03668-90), сложная форма бортов с дополнительной обработкой, и наличие малкованной

поверхности под сложные обводы. Подсечки могут выполняться под поперечные элементы или изменение толщины обшивки. Однако в случае торцевых подсечек не рекомендуется делать их с двух сторон, так как это значительно усложняют установку стрингеров в сборку. Подсечки в профилях не разделяются на концевые или серединные, а зависят от материала и состояния материала. В общем случае, как указано в учебнике Грошикова А.И. «Заготовительно-штамповочные работы в самолетостроении», гибку деталей предпочтительно выполнять в свежезакаленном состоянии, что уменьшит доводочные работы после изготовления. Однако для сплавов Д16, Д19 и 1163 время пластичного состояния в свежезакаленном виде по ПИ 1.2.255-83 (таблица 9) составляет 1,5 часа, для сплавов В95 и В96 составляет 6 часов. Данное время можно увеличить, поместив заготовки в холодильные камеры с температурой ниже -5°C , однако не на много. При большом количестве одновременно изготавливаемых заготовок выдержать данные промежутки времени тяжело и рекомендуется брать отожжённое состояние полуфабриката. Также незначительные деформации тонких элементов небольшой кривизны допускается производить в закаленном и состаренном состоянии.

- Для листовых деталей также имеется набор стандартных конструктивных элементов типа отбортовка, выдавка, рифт (ГОСТ 17040-80), подсечка (ОСТ 1.52468-80), стрингерный вырез (ОСТ 1 03948-79, Различная геометрия бортов и прочее.

- Фрезерованные детали не имеют конструктивных элементов по ГОСТ или ОСТ. Геометрия фрезерованной детали определяется самостоятельно при проектировании, устанавливая ребра жесткости в местах повышенной нагрузки, пазы под стык лонжерона или концевого ножа, переменную высоту и толщину бортов и стенок под усиление или облегчение деталей. Различные отверстия на стенках значительно не снижают массы, так как их желательнее усиливать по кромкам, но могут обеспечить проводку систем, лазы под обслуживание и монтаж систем и прочее.

2. Количество различных нетиповых деталей. Большое количество различных деталей требует больше трудозатрат на проектирование деталей, что в свою очередь приводит к усложнению конструкции. Не следует искусственно увеличивать количество нетиповых деталей, меняя их конфигурацию по схожим местам или членя одну деталь на много, кроме обоснованных случаев.

3. Габаритные размеры деталей. Большие габариты сборочных единиц требуют более сложной проработки как самой конструкции, так и технологических методов изготовления. Кроме того, на длинные узлы сложнее обеспечить прогиб балки сборочного приспособления.

4. Количество крепежных элементов зависит от предыдущих пунктов и как правило более сложные детали требуют вводить новые крепежные элементы. На такие конструкции сложнее обработать все точки силового замыкания деталей из-за их большой наменклатуры.

В начале раздела должны быть указаны исходные данные. К ним относятся:

- исходные данные из листа задания;

- расположение проектируемого узла на летательном аппарате, как показано в примере;

Пример:

1 Разработка конструкции и конструкторской документации

Разработка конструкции выполняется с помощью системы автоматизированного проектирования Siemens «NX». Геометрическая увязка деталей узла «Элерон самолёта S-21A (правый борт)» выполняется на основе расположения узла в общей ТЭМ летательного аппарата и КСС агрегата. В данной конструкции КСС определяется системой базовых плоскостей крыла.

Положение узла в системе самолёта выделено на рисунке 1.1.

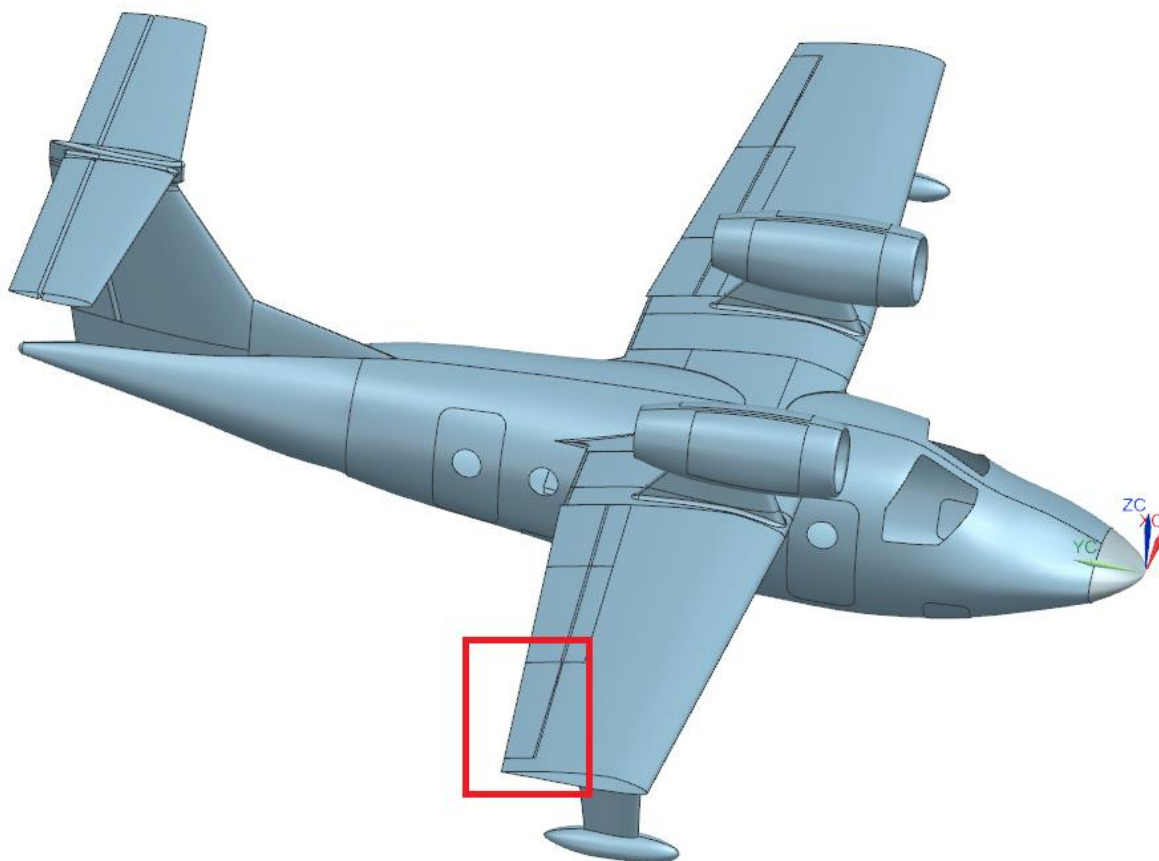


Рисунок 1.1 – Положение узла в системе самолета

- описание ТЭМ и КСС с наглядными изображениями, как показано в примере.

Пример:

Для разработки конструкции элерона самолета S-21A будут выделены отдельно ТЭМ и КСС элерона. ТЭМ будет являться основой для получения теоретического контура узла, от которого будут разрабатываться все элементы конструкции и производится геометрическая увязка контуров деталей. КСС содержит в себе конструктивные базы всех элементов конструкции в виде их плоскостей, которые расположены в пространстве ТЭМ и определяют точное положение детали или деталей.

На рисунке 1.2 приведен ТЭМ элерона самолета S-21A.

На рисунке 1.3 показан ТЭМ с КСС элерона самолета S-21A.

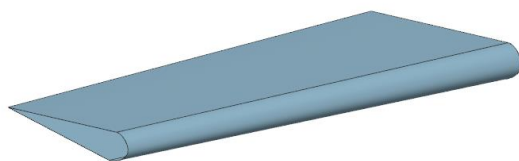


Рисунок 1.2 – ТЭМ элерона самолета S-21A

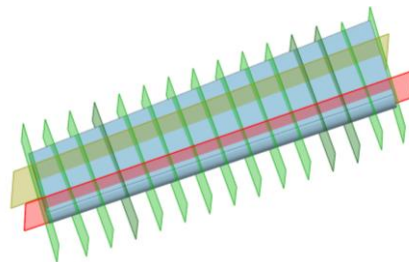


Рисунок 1.3 – ТЭМ с КСС элерона самолета S-21A

3.2.1 Описание разработанной конструкции сборочного узла (подраздел 1.1 ПЗ)

Данная часть должна содержать описание всех групп деталей с приложенными к ним изображениями. В описании должны содержаться такие данные как:

- наименование и назначение группы деталей;
- вид заготовки и её материал;
- метод изготовления;
- вид термообработки;
- наличие и назначение конструктивных элементов.

При разработке подраздела разрешается в начале описать принцип работы элементов конструкции и взаимодействия между собой (назначение) в общей связке по всем деталям, а также их заготовку, материал и полуфабрикат с методом изготовления. После описания назначения всех элементов, представить группы деталей без этих элементов. Если термическая обработка и покрытия имеют общий вид, информацию по всем деталям можно вынести в отдельные абзацы.

Данный раздел оформляется как показано в примере.

Пример:

1.1 Описание разработанной конструкции сборочного узла

Узел состоит из продольных и поперечных силовых элементов конструкции, образующих каркас, а внешний обвод задаёт не замкнутая по носовой части обшивка. Соединение узла с крылом обеспечивают узлы навески, крепясь болтами к ответным узлам в крыле. С помощью узла тяги обеспечивается соединение с элементами проводки управления, приводящими элерон в движение. Соединяются детали узла между собой заклепками и болтами.

Нервюры элерона правого борта самолёта S-21A являются поперечными элементами конструкции и предназначены для сохранения формы профиля элерона, а также восприятия и передачи воздушных нагрузок на лонжерон. В своём сечении нервюры относительно центра жёсткости работают на кручение, преобразуя касательные аэродинамические нагрузки от обшивки, в сосредоточенные силы, которые передаются на лонжерон. В элероне имеется три вида нервюр: два вида обычных нервюр и усиленные нервюры.

Обычные хвостовые части нервюр и носовые диафрагмы нервюр изготавливаются из листа 1163АМ 1,2 ОСТ 1 90246-77 методом гибки эластичной средой по формблоку. Хвостовые части из-за своего сечения изготавливают в два перехода на двух формблоках. После формообразования и контроля детали подвергают термической обработке: закалка с естественным старением. На упрочнённые детали наносят покрытие: плёнка анодного оксидирования и слой грунтовки ЭП-0215.

Хвостовые части нервюр имеют такие конструктивные элементы как борта и отбортовки. Борта предназначены для повышения жёсткости детали, а также соединения с другими элементами конструкции для восприятия нагрузок. Отбортовки выполнены по ГОСТ 17040-80 тип 1 и предназначены для уменьшения массы детали, а также придания жёсткости стенке нервюры.

Внешний вид обычной части хвостовой нервюры приведён на рисунке 1.4.

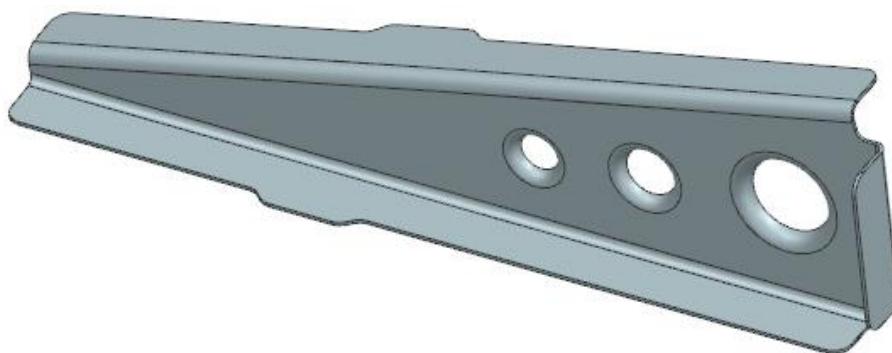


Рисунок 1.4 – Внешний вид обычной хвостовой части нервюры элерона самолёта S-21A

3.2.2 Описание конструктивно-технологической характеристики сборочного узла (подраздел 1.2 ПЗ)

Данный этап содержит описание конструкции проектируемой части планера летательного аппарата и рекомендуется выполнять по следующему плану:

а) Общие сведения об узле:

- наименование и обозначение сборочной единицы;
- расположение и назначение данной конструкции;
- габаритные размеры узла и масса;
- принцип работы;
- общая форма узла;
- состав конструктивных элементов;
- наличие и количество узлов стыка, навески и т.д.;
- состав и количество деталей конструкции.

Пример:

1.2 Описание конструктивно-технологической характеристики сборочного узла

Узел «Элерон самолёта S-21А (правый борт)», с номером сборочной единицы ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ.100.СБ, располагается в концевой части крыла самолета между нервюрами 18 и 26. Относится к управляющим поверхностям самолёта. Предназначен для управления углом крена самолёта, при этом элероны отклоняются дифференциально, то есть в противоположные стороны. Принцип действия элеронов состоит в том, что у части крыла, расположенной перед элероном, поднятым вверх, подъёмная сила уменьшается, а у части крыла перед опущенным элероном подъёмная сила увеличивается; создаётся момент силы, изменяющий скорость вращения самолёта вокруг оси, близкой к продольной оси самолёта. В нейтральном положении является продолжением крыла с его обычным профилем. Данная конструкция имеет 2 кронштейна крепления к крылу и 1 кронштейн крепления тяги от крыла.

Габаритные размеры элерона:

- длина 2104 мм;
- ширина 517 мм;
- высота 110 мм.

Масса узла: 18,247 кг.

Общая форма узла – объемная, с коническим обводом и криволинейным контуром по обводообразующим поперечным элементам. Расположение деталей узла задается относительно конструктивных баз, которыми являются: теоретический обвод элерона, плоскость строительной горизонтали фюзеляжа, плоскость симметрии самолета, плоскости лонжерона, нервюр, стенки, ось вращения и ось крепления элерона.

б) схему членения узла на детали, выполненное графически изображение (в изометрической проекции) с разнесением всех элементов конструкции узла для

наглядности, как в примере. Разрешается при перечислении элементов под рисунком в количестве больше 30 позиций объединять детали в группы.



в) анализ соединений элементов узла (конструктивно-технологическое описание каждого соединения), оформляется в таблице, как показано в примере ниже.

В столбце «Пакет» указывается наименование и позиция по спецификации соединяемых деталей в одном пакете. Для деталей, характеризующихся одной и той же деталью в пакете, удобнее именно эту деталь вынести в отдельную графу.

В столбце «Толщина пакета» указывается толщина пакета соединяемых деталей одним крепежным элементом.

В столбце «Характеристика шва» указывается характеристика шва исходя из следующих вариантов:

- круговой – это по периметру люков, окантовок, иллюминаторов, то есть по кругу;
- прямолинейный – это по прямой линии в плоскости, либо почти плоской поверхности (по стрингеру, лонжерону);
- точечный – по отдельным точкам (не по шву);
- криволинейный – все остальные.

В столбце «Доступ к шву» указывается доступ к данному виду крепежа во время его установки. В доступе к шву указывает один из следующих вариантов:

- свободный или двухсторонний доступ – позволяет устанавливать крепежные элементы без каких-либо ограничений;
- ограниченный доступ – подразумевает ограничения для подвода инструмента;
- односторонний доступ – подразумевает полное отсутствие доступа, с одной стороны.

В случае, если одни и те же детали имеют разные толщины пакетов из-за сменной толщины, следует разделить их в одной графе на несколько крепежей и толщин пакетов.

Пример:

Анализ соединения элементов узла с конструктивно-технологической характеристикой соединений выполняется в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Конструктивно-технологическая характеристика соединений

Крепёжный элемент	Пакет	Толщина пакета	Характеристика шва	Доступ к шву
1	3	4	5	6
Соединения с обшивкой поз. 1 на заклепки				
Заклепка 3,5-7- Ан.Окс-ОСТ 1 34098-80	Хвостовая часть нервюры поз. 6	2,7	Прямолинейный	Свободный
Заклепка 4-12 ОСТ 1 34098-80	Полка лонжерона поз. 6 и нервюры поз. 9, 11-15, 17	6,5	Прямолинейный	Свободный
	Нервюра 10, 16	6,2	Прямолинейный	Свободный
			Круговой	Односторонний
			Криволинейный	Ограниченный
Болтовые соединения конструкции				
Болт 4 – 12 ОСТ 1 31137-80, Гайка 4 ОСТ 1 33055-80, Шайба 5–10–1,5 ОСТ 1 34509-80	Стенка лонжерона поз. 5 с узлами навески поз. 19, 25	5	Точечный	Свободный

При выборе диаметра крепежа пользуются известными значениями из соответствующих ГОСТ и ОСТ (ОСТ 1 34076-85, ОСТ 1 34087-80, ОСТ 1 34098-80 и т.д.). Желательно выбирать заклепки диаметром 3, 3,5, 4 и 5 (мм). Заклепки, диаметром 6 мм, можно использовать в малонагруженных элементах при большой толщине пакета и в небольшом количестве, так как такую заклепку ощутимо труднее устанавливать в холодном состоянии. В общем же случае, когда диаметр заклепки превышает 5 мм или элемент конструкции воспринимает большие нагрузки, лучше использовать болтовое соединение. Также болтовые

соединения желательно использовать в тройных и более пакетах большой толщины (суммарная толщина пакета больше 9 мм). При клепки толстых пакетов происходит усадка стержня в отверстиях и замыкающие головки формируются с отклонениями.

Длина заклепок для двухсторонней клепки подбирается по ОСТ 1 34102-80, согласно таблице 2.1 (смотрим диаметр заклепки, затем толщину пакета, затем находим длину), как показано на рисунке ниже.

Таблица 2.1 Длины заклепок в зависимости от толщины пакета ОСТ 1 34102-80

L	d				
	2,6	3	3,5	4	5
	s				
4	От. 0,3 до 1,2	-	-	-	-
5	Св. 1,2 до 2,0	От. 0,9 до 1,7	-	-	-
6	Св. 2,0 до 2,9	Св. 1,7 до 2,6	От. 1,3 до 2,2	От. 0,9 до 1,7	-
7	Св. 2,9 до 3,7	Св. 2,6 до 3,4	Св. 2,2 до 3,0	Св. 1,7 до 2,6	-
8	Св. 3,7 до 4,6	Св. 3,4 до 4,2	Св. 3,0 до 3,8	Св. 2,6 до 3,5	От. 1,8 до 2,7
9	Св. 4,6 до 5,4	Св. 4,2 до 5,1	Св. 3,8 до 4,7	Св. 3,5 до 4,4	Св. 2,7 до 3,6
10	Св. 5,4 до 6,3	Св. 5,1 до 5,9	Св. 4,7 до 5,6	Св. 4,4 до 5,3	Св. 3,6 до 4,5
11	Св. 6,3 до 7,2	Св. 5,9 до 6,8	Св. 5,6 до 6,4	Св. 5,3 до 6,2	Св. 4,5 до 5,4
12	Св. 7,2 до 8,0	Св. 6,8 до 7,6	Св. 6,4 до 7,3	Св. 6,2 до 7,0	Св. 5,4 до 6,3

Длина болтов определяется по формуле 3.1 по значениям из стандартов и в соответствии с рисунком 3.1.

$$L_{\text{б}} = S_{\text{п}} + S_{\text{ш}} + h_{\text{г}} + k \quad (3.1)$$

где:

$L_{\text{б}}$ – длина болта, мм;

$S_{\text{п}}$ – толщина пакета деталей, мм;

$S_{\text{ш}}$ – толщина шайбы, мм;

$h_{\text{г}}$ – высота гайки, мм.

k – выступающая часть болта, равная 3-4 витка (шага) резьбы.

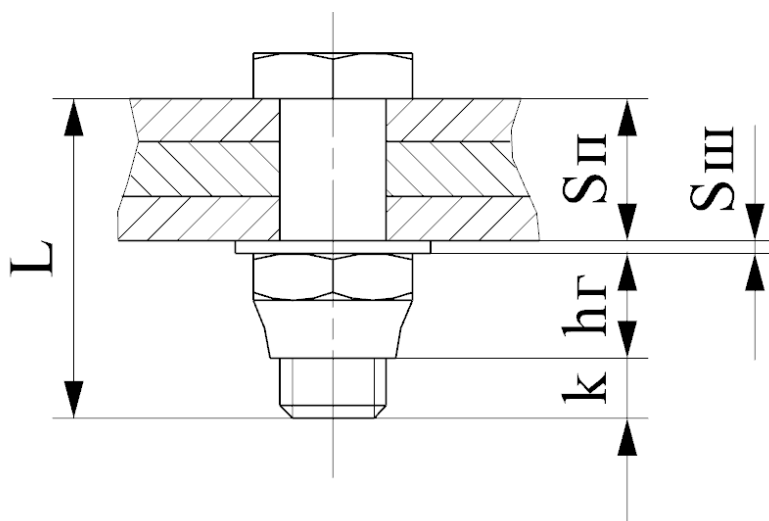


Рисунок 3.1 – Схема размеров болтового соединения

Болты различаются диаметром, материалом, формой закладной головки, посадкой (в натяг или с зазором). Подбор болта осуществляется в зависимости от требований конструкции. Материалы для болтов как правило сталь 30ХГСА и титановый сплав ВТ16. Форма закладной головки может быть непотайная, чаще всего шестигранная, потайная с углом 90° и полупотайная с углом 120°. Шаг резьбы у болтов крупный, резьба метрическая.

Для высоконагруженных соединений с постоянными вибрационными и знакопеременными нагрузками применяют болты с плотной посадкой Н7/р6 (ОСТ 1 31137-80). Данные болты при установке образуют радиальное уплотнение отверстия, предотвращая образование трещин в процессе эксплуатации. Постановка таких болтов осуществляется с применением специальных смазывающих материалов, например ВАП-2.

Шайба выбирается в соответствии с ОСТ 1 34506-34513-80. Подбор шайбы следует проводить в конце, определяя длину болта по ближайшему большему доступному значению из ГОСТ/ОСТ болта. Как правило длины болтов кратны 2 мм. В конструкциях с высокой нагрузкой и мягкими материалами деталей могут быть предусмотрены 2 шайбы: одна под головкой болта, вторая под гайкой. Материалы шайб предпочтительно брать из 30ХГСА (под стальные болты) с термической обработкой или Д16АТ (под болты из титанового сплава).

Пример подбора шайбы. Расчетные значения болтов без шайбы получены 24 мм, 24,5 мм, 25 мм. В первом случае длина болта соответствует значению из стандарта, однако не применять шайбу не рекомендуется. В таком случае можно взять шайбу толщиной 2 мм, а болт длиной 26 мм. В остальных случаях ближайшее большее доступное значение длины болта 26 мм, значит толщина шайб составит 1,5 мм для второго случая и 1 мм для третьего.

Гайки в болтовых соединениях конструкций ставят самоконтрящиеся (стальные ОСТ 1 33055-80, титановые сплавы ОСТ 1 11530-74) или корончатые (ОСТ 1 33041-80) со стопорением шплинтами. Допускается применение обычных гаек с применением стопорения по ОСТ 1 39502-77. Высота гаек зависит от диаметра и указана в соответствующем ОСТ на гайку.

Подробнее про характеристики болтовых соединений и их применение можно узнать в учебнике «Технология самолетостроения. Учебник для авиационных вузов. Абибов А. Л. Бирюков Н. М., Бойцов В. В. и др. Под ред. Абибов А. Л. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Альянс, 2022 - 551 с.». Раздел по болтовым соединениям находится на странице 351.

3.2.3 Составление технических требований на сборку узла (подраздел 1.3 ПЗ)

Сборка узла должна обеспечивать взаимную стыковку с другими узлами и должна удовлетворять требованиям чертежа, инструкций и технических условий.

В технических условиях необходимо указать:

- допуски на отклонение от аэродинамического контура теоретического (под каждый разрабатываемый самолет будут разрабатываться отдельно);
- допуски на отклонение от элементов каркаса планера (под каждый разрабатываемый самолет будут разрабатываться отдельно);
- допуски на отклонение стыков деталей (ОСТ 1 02507-92 для дозвуковых самолетов, ОСТ 1 02581-86 для сверхзвуковых самолетов - при невозможности использования брать данные с дозвуковых самолётов в 2 раза меньше);
- шаги заклепок в заклепочных швах по ОСТ 1 00016-71;
- неуказанные предельные отклонения размеров на чертеже по ОСТ 1 00022-80;
- данные для заклепочных (в соответствии с ПИ-249), болтовых (в соответствии с РТМ 1.4.1941-89), болт-заклепочных (в соответствии с ОСТ 1 30040-83) и прочих соединений, в том числе с указанием качества отверстий и шероховатости;
- информация по применяемым покрытиям (ОСТ 1 90055-85), герметизации (ОСТ 1.42315-86), нанесению материалов под крепеж;
- и т.д.

Технические требования в данном подразделе должны в точности соответствовать требованиям из сборочного чертежа.

Для определения величин допускаемых отклонений по аэродинамическому контуру пользоваться таблицей 3.1.

Таблица 3.1 – Допускаемые отклонения по элементам самолета

Агрегат	Отклонения, мм
Носовая часть фюзеляжа до начала хорды крыла	±1,0
Остальная часть фюзеляжа для крупногабаритных самолетов	±3,0
Остальная часть фюзеляжа для средних и небольших самолетов	±2,0
Носовая часть крыла до линии фокуса, носовая механизация	±1,0
Остальная часть крыла, задняя механизация	±2,0
Элероны, руль высоты, руль направления	±1,5
Носовая часть стабилизатора	±1,0
Остальная часть стабилизатора	±2,0
Носовая часть киля	±1,0
Остальная часть киля	±2,0
Обечайка и входное устройство гондол и мотогондол двигателей	±1,0
Носовая часть гондол шасси	±1,0
Остальные части гондол и мотогондол	±2,0
Канал воздухозаборника	±0,8
Носовая часть пилона	±1,0
Остальная часть пилона	±2,0

Для определения величин допускаемых отклонений по элементам каркаса пользоваться таблицей 3.2

Таблица 3.2 – Допускаемые отклонения по элементам каркаса

Элемент/деталь каркаса	Отклонения по осям/плоскостям, мм
Шпангоуты по цилиндрическому обводу	±1,0
Шпангоуты по коническому или двойной кривизны обводам	±0,5
Нервюры по цилиндрическому обводу	±0,8
Нервюры по коническому или двойной кривизны обводам	±0,5
Прямолинейные стрингеры	±2,0
Криволинейные стрингеры	±1,0
Составные лонжероны	±1,5
Цельно фрезерованные лонжероны	±1,0
Стенки, балки и прочее	±2,0
Оси вращения элементов	±0,1
Оси стыков узлов и агрегатов	±0,2

При выборе шага заклепок действует общее требование, что t – шаг заклепок составляет $3...5d_z$. Для уменьшения трудоемкости, следует брать большие значения шага. Для герметичных и многорядных швов шаги можно делать плотнее. Кроме того, при выборе шага заклепок необходимо брать значения из ОСТ 1 00016-71. Рекомендуемые шаги под диаметр заклепки: для диаметра 3 мм шаг 15 мм; для диаметра 3,5 мм шаг 15 мм или 20 мм; для диаметра 4 мм шаг 20 мм или 22 мм; для диаметра 5 мм шаг 22 мм или 25 мм. Половинчатые шаги 12,5 и 17,5 брать не рекомендуется, так как стандартная погрешность измерения линейки 1 мм.

Технические условия на сборку узла оформить, как указано в примере.

Пример:

1.3 Технические требования на сборку узла

Сборка элерона самолёта S-21А (правый борт) должна обеспечивать взаимную стыковку с другими узлами и должна удовлетворять требованиям чертежа, инструкций и технических условий.

Технические условия на сборку элерона самолёта S-21А имеют следующий вид:

1. Допускаемое отклонение от теоретического контура $\pm 1,5$ мм.
2. Допускаемое отклонение по оси лонжерона $\pm 1,5$ мм.
3. Допускаемое отклонение по осям нервюр $\pm 0,5$ мм.
4. Допускаемое отклонение по оси стенки $\pm 2,0$ мм.
5. Допускаемое отклонение по оси вращения $\pm 0,1$ мм.
6. Допускаемое отклонение по оси крепления тяги $\pm 0,2$ мм.
7. Выступание головок заклепок от $+0,01$ мм до $+0,1$ мм. Западание запрещено.
8. Выступание или западание головок болтов для обшивок толщиной 2,0 мм $\pm 0,2$ мм.
9. Утяжка от заклепок для обшивок толщиной не более 1,8 мм $\pm 0,2$ мм.
10. Утяжка от заклепок для обшивок толщиной не более 2,0 мм $\pm 0,1$ мм.
11. Утяжка обшивки по многорядным заклепочным швам не более $\pm 0,5$ мм.
12. Уступы на стыках листов обшивок по ножу $\pm 0,2$ мм.

13. Неуказанные предельные отклонения размеров, допуски формы и расположения поверхностей – по ОСТ 1 00022-80.
14. Шаги заклепок в заклёпочных швах по ОСТ 1 00016-17.
15. Клепку выполнять по ПИ 249-2009.
16. Болтовые соединения выполнять по РТМ 1.4.1941-89.
17. Отверстия под болты по ОСТ 1 31137-80 выполнять Н7 с шероховатостью $\sqrt{Ra0,8}$.
18. Отверстия под болты по ОСТ 1 31124-80 выполнять Н9 с шероховатостью $\sqrt{Ra1,6}$.
19. Болты по ОСТ 1 31137-80 ставить на смазке ВАП-2, забивать киянкой.
20. Остальной крепеж ставить на грунтовке ЭП-0215.
21. Поверхностная герметизация по деталям поз. 1-6, 20 герметиком ВИТЭФ-1НТ ТУ 38.1051291-84 по ОСТ 1 42315-86.
22. После сборки заклепочные швы, головки болтов, выступающие резьбовые части вместе с гайками покрыть грунтовкой ЭП-0215.470 ОСТ 1 90055-85.

3.2.4 Выбор метода обеспечения взаимозаменяемости (подраздел 1.4 ПЗ)

Метод обеспечения взаимозаменяемости определяет характер технологической подготовки производства. При этом выявляются методы изготовления деталей, контроль их контуров и размеров, методы изготовления элементов сборочных приспособлений и их монтаж. Все этапы переноса форм и размеров с первоисточника на заготовительную, механосборочную, сборочную, контрольную оснастку и детали отражаются в схеме увязки.

Существуют три принципиальные разновидности схем процессов увязки:

- плазово-шаблонный метод (ПШМ), где в качестве основных средств используются шаблоны, полученные по теоретическим и конструкторским плазам;
- макетно-эталонный метод (МЭМ), построенный на использовании специальных объемных носителей форм и размеров – эталонов и контрэталонов, макетов и контрмакетов;
- бесплазовый метод, построенный на том, что с помощью системы исходных числовых данных о геометрических формах и размерах обводов изделия, рассчитанных на ЭВМ, выдерживаются заданные допуски при расчетах, вычерчивании плазовых линий, изготовлении контуров оснастки механообрабатываемых изделий и создании математической модели (ММ) объекта производства и использовании оборудования с ЧПУ для изготовления как оснастки, так и деталей самолета.

В чистом виде в современном самолётостроении ни один из трёх названных методов увязки не применяется. Как правило, применяются все три метода с преобладанием того или другого в зависимости от:

- типа производства (единичное, серийное, крупносерийное);
- требований к точности аэродинамических обводов;
- конструкции изделия (наличия конструктивных и технологических стыков);
- габаритов изделия;
- степени автоматизации производства.

Определить какой метод увязки использовался в Вашем случае. Разъяснить почему выбрали именно этот метод по сравнению с остальными методами увязки. Вышеуказанные данные не вносятся в ПЗ.

В ПЗ указывается только описание выбранного метода увязки, как он способствует повышению качества производства и самое важное как обеспечивает геометрическую увязку.

Схему увязки и обеспечения взаимозаменяемости необходимо представить на рисунке, как показано в примере. Важно чтобы схема получалась читаемой и однозначно точно определяемой, в том числе с видимым направлением стрелок.

Пример:

1.4 Разработка схемы увязки заготовительной и сборочной оснастки

Схема увязки и обеспечения взаимозаменяемости представлена на рисунке 1.____.

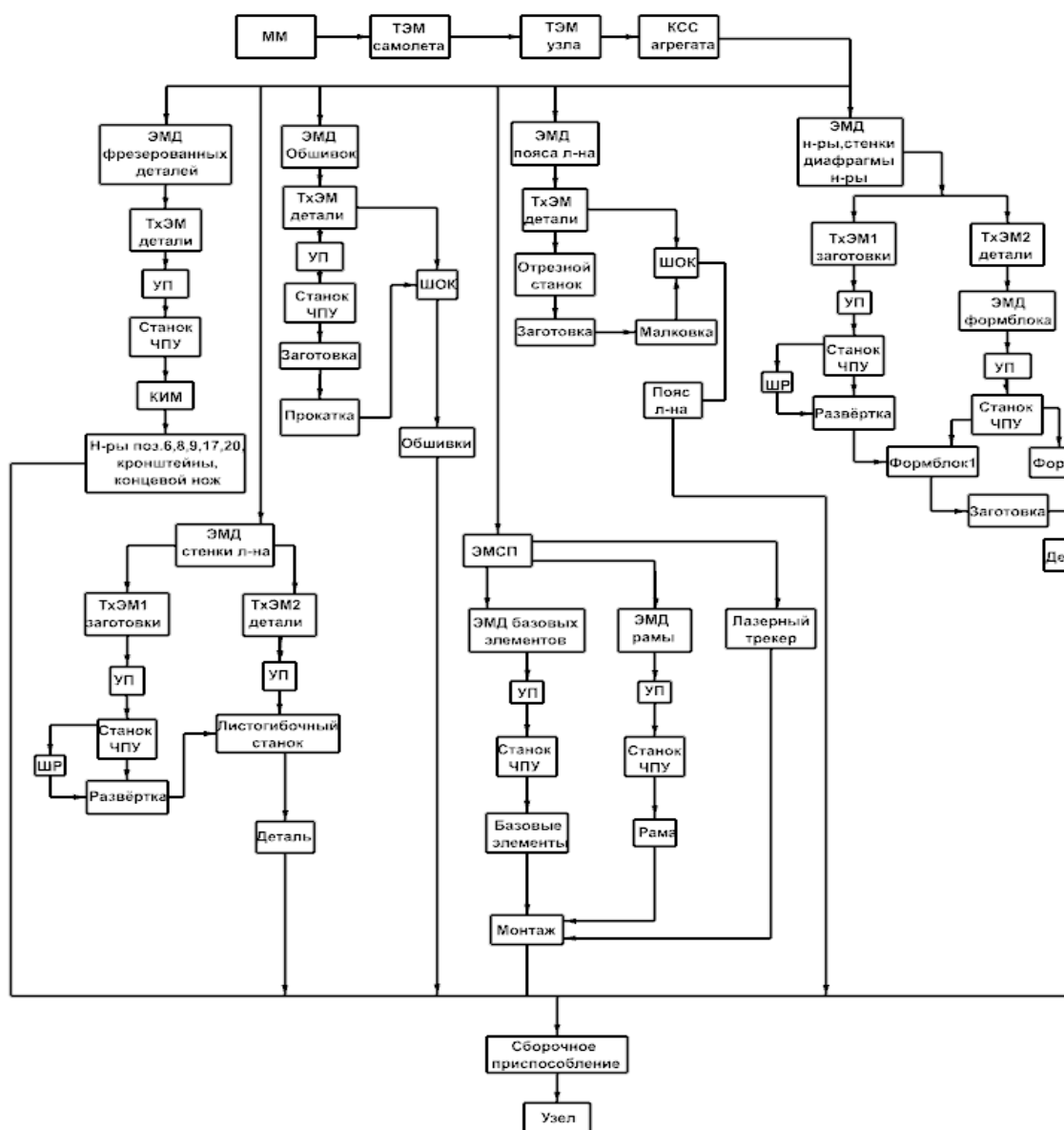


Рисунок 1.____ – Схема увязки и обеспечения взаимозаменяемости (наименование узла)

Перечень технологической и контрольной оснастки для изготовления деталей сборочного узла в цехах ЗПП представить в таблице 1.3 в ПЗ.

Таблица 1.3 в ПЗ – Перечень технологической и контрольной оснастки для изготовления деталей в ЗПП

Деталь	Метод обработки	Источник информации о геометрии элемента	Оснастка или оборудование для изготовления	Средства контроля геометрии и отверстий
Обшивка верх	Валкование, химическое фрезерование, обрезка по ШОК	ЭМД, ТхЭМ	Трехвалковый станок	Контрольная болванка, ШОК
Обшивка низ	Валкование, химическое фрезерование, обрезка по ШОК, гибка на листогибе	ЭМД, ТхЭМ	Трехвалковый станок, листогибочный станок	Контрольная болванка, ШОК
Носовые диафрагмы, хвостовые части нервюр 2, 5-11, 13, 14	Гибка эластичной средой	ЭМД, ТхЭМ	Формблок	ШК, ШР
Стойки	Обрезка	ЭМД, ТхЭМ	Отрезной станок	ШОК
Стрингер	Обрезка, подсекание	ЭМД, ТхЭМ	Отрезной станок, подсечной штамп	ШКС подсечки, ШОК

3.2.5 Расчет анализа технологичности конструкции (подраздел 1.5 ПЗ)

Технологичными называются конструкции, которые при обеспечении эксплуатационных качеств изделия позволяют в условиях данного типа производства достигать наименьшей трудоёмкости изготовления. Как видим из определения, технологичность конструкции зависит от типа производства. Одна и та же конструкция может иметь разную степень технологичности применительно к мелкосерийному и крупносерийному производству. Однако имеется целый ряд показателей технологичности, не зависящих от типа производства.

Оценка технологичности производится различными методами. В данных указаниях предлагается применить метод экспертных оценок по показателям, не зависящим от типа производства.

Пример:**1.5 Расчет анализа технологичности конструкции**

Суммарный показатель технологичности определяется как сумма произведений показателя уровня технологичности параметра на удельный вес этого показателя технологичности согласно формуле 1.1.

$$K_{тех} = \sum (N_i \cdot M_i), \quad (1.1)$$

где:

N_i - значение показателя уровня технологичности;

M_i - удельный вес показателя технологичности;

i - порядковый номер показателя.





Значение показателей уровня технологичности и удельные веса показателей приведены в таблице справочных данных ниже. Для каждого параметра выбирается одно единственное значение, которое показывает для данной конструкции наименьший показатель.

Оформить таблицу анализа технологичности, как таблицу 3.3.

Таблица 3.3 – Показатели технологичности конструкции (справочные данные)

Наименование показателя	Значение показателя	Уровень технологичности	Удельный вес показателя
1	2	3	4
Габаритные размеры одномерный узел ($L/v > 5$)	длина L, м: до 0,5 до 2 до 6 свыше 6	1 0,85 0,75 05	0,5
<i>Одномерным узлом</i> считается узел, основная поверхность которого базируется на плоскости, и имеет соответственно плоскую форму с отношением основных габаритов длины и ширины больше 5 (составные лонжероны, стенки).			
двухмерный узел ($L/v < 5$)	максимальный размер, м до 0,5 до 2 до 6 свыше 6	0,9 0,8 0,7 0,4	0,5
<i>Двухмерным узлом</i> считается узел, основная поверхность которого базируется на плоскости, и имеет соответственно плоскую форму с отношением основных габаритов длины и ширины меньше 5 (шпангоуты, нервюры, узлы стенок и пола и т.д.).			
трехмерный узел	максимальный размер, м до 0,5 до 2 до 6 свыше 6	0,8 0,7 0,5 0,3	0,5
<i>Трехмерным узлом</i> считается узел, основная поверхность которого базируется на теоретической поверхности и имеет, соответственно объемную форму (панели фюзеляжа, зализы, обтекатели и т.д.)			

Продолжение таблицы 3.3 – Показатели технологичности конструкции (справочные данные)

1	2	3	4
Форма обводов	<p>плоская цилиндрическая коническая двойной кривизны</p>	<p>1 0,75 0,5 0,2</p>	0,5
<p>Форма обводов - это форма теоретических обводов, на которые имеет выход рассматриваемый узел (например, плоский двухмерный узел “Шпангоут” может выходить на теоретическую поверхность фюзеляжа цилиндрической формы или двойной кривизны). Форма обводов имеет относительный характер, и определяется относительно сечений имеющегося теоретического обвода. Внешний вид различных форм обводов:</p>			
 <p>- плоская, продольные и поперечные сечения образуют прямую линию.</p>			
 <p>- цилиндрическая, поперечные сечения одинаковые и криволинейные, продольные также прямая линия.</p>			
 <p>- коническая, поперечные сечения разные и криволинейные, продольные сечения прямая линия. Как правило продольные сечения имеют теоретическую точку пересечения.</p>			
 <p>- двойной кривизны и продольные и поперечные сечения криволинейны. Обвод условно продолжением может образовать сферу.</p>			
Форма контура	<p>прямолинейная дуги окружности криволинейная</p>	<p>1 0,7 0,6</p>	0,5
<p>Под формой контура понимают форму сечений по основным поперечным или продольным сечениям.</p> <p>Прямолинейная форма контура – форма, имеющая в своём сечении только прямую линию, без каких-либо искривлений или радиусов.</p> <p>Форма контура, образованная дугами окружности – по своим сечениям, образует криволинейную окружность из одной или двух сопряженных окружностей, имеющих определенный радиус.</p> <p>Криволинейная форма обвода – форма сечения, которая образована кривыми второго порядка, определяемая координатными точками и не имеющая стандартных измеримых параметров кривизны.</p>			
Уровень кривизны:	<p>плоская малая кривизна (R кривизны $>1м$) большая кривизна (R кривизны $<1м$)</p>	<p>1 0,9 0,6</p>	0,4
<p>Уровень кривизны узла определяет сложность сопряжения его основных элементов. Например, к плоской обшивке гораздо проще присоединить диафрагму, чем по криволинейной обшивке. Большой и малая кривизна определяется построением условной вписанной окружности. Радиус данной окружности определяет большую или малую кривизну.</p>			

Продолжение таблицы 3.3 – Показатели технологичности конструкции (справочные данные)

1	2	3	4
Допуск на аэродинамический контур, мм	±0,5...0,8 ±0,8...1,0 ±1,0...1,5 ±1,5...2,0 ±2,0...3,0	0,2 0,4 0,6 0,8 1	1
<i>Соблюдение заданных допусков на аэродинамический контур предъявляет дополнительные требования на точность изготовления деталей и точность их установки во время сборки. Для некоторых деталей, чья размерная цепь превышает допустимые размеры на аэродинамический контур необходимо усложнять технологический процесс и повышать требования к технологической оснастке, что приводит к заметному снижению технологичности.</i>			
Выход на обвод	выходит не выходит	0,5 1	0,8
<i>Выход на обвод подразумевает выход на теоретические поверхности и определяет сложность образования замыкающего размера.</i>			
Расположение элементов каркаса	одностороннее двухстороннее	1 0,8	0,7
<i>Расположение элементов каркаса показывает с одной или обеих сторон от базовой поверхности располагается конструкция узла. Двухсторонние конструкции имеют сопряжение с аэродинамическим обводом с двух сторон (верх и низ).</i>			
Наличие узлов стыка	разъемные неразъемное	0,8 0,7	0,8
<i>Под узлами стыка следует понимать такие узлы или детали, с помощью которых разрабатываемый узел стыкуется с основной конструкцией агрегата (например: кронштейны, стыковые ленты, узлы навески и т.д). Параметр определяется применением азъемных соединений (болты) или неразъемных (клепка, сварка)</i>			
Уровень панелирования	$K_{пан} = \frac{\text{площадь панелей}}{\text{общая площадь поверхности}}$	$K_{пан}$	0,5
<i>Внедрение в конструкцию узла монолитных панелей часто сокращает технологический процесс выполнения сборки, так как для таких узлов отпадает необходимость клепки деталей, ставших частью панели. Это значительно сокращает трудоемкость сборки, а в ряде случаев и процессы изготовления деталей. Чем больше панелированной поверхности, тем выше технологичность. При отсутствии панелей показатель равен 0.</i>			
Наличие проемов и люков	нет есть	1 0,8	0,5
<i>Данный пункт подразумевает наличие проемов и люков в составе разрабатываемого узла.</i>			
Конфигурация сечения деталей	открытая закрытая	1 0,6	0,6
<i>От конфигурации сечений деталей зависит простота работа с ними. По возможности необходимо обеспечивать все детали с открытыми сечениями, так как именно в этом случае у нас имеются наиболее удобные подходы к выполнению соединений. Открытым сечением считается когда у детали по всем сечениям грани имеют только одно смежное ребро между собой. Типовыми открытыми сечениями являются: уголки, швеллер, Z-образные сечения, тавры, двутавры и т.д. Закрытое сечение – деталь в каком-либо сечении образует «кольцо». Примерами таких деталей являются различные трубы, и детали трубного сечения.</i>			

Продолжение таблицы 3.3 – Показатели технологичности конструкции (справочные данные)

1	2	3	4
Количество разнородных материалов	1 2 3 4 более 4	1 0,9 0,8 0,7 0,5	0,6
<i>Разнородными следует считать материалы с разными основами сплава. Например, Д16, АМц, АМг, АК6 (алюминиевые сплавы) между собой однородные материалы, в со сплавами ОТ4, ВТ6, ВТ20 (титановые сплавы) – это разнородные материалы.</i>			
Обрабатываемость материала	неармированные неметаллы алюминиевые сплавы магниевые сплавы сталь титановые сплавы армированные неметаллы армированные металлы	1 0,95 0,9 0,7 0,5 0,3 0,2	0,5
Уровень стандартизации	$K_{ст} = \frac{\text{кол. – во станд. дет}}{\text{общее кол. – во деталей}}$	$K_{ст}$	0,5
<i>Конструкции узлов как правило имеют свои индивидуальные детали, которые применимы только в конкретном месте. Однако встречаются и различные детали, которые в совокупности у разных самолетов могут не меняться. Такие детали могут стандартизировать с помощью СТП. Примерами таких деталей являются различные стойки, кронштейны и полки для установки оборудования или каких-либо систем типовой конструкции. Такие детали как правило имеют уже отработанную технологию изготовления и установки на сборку и требуют меньше трудозатрат.</i>			
Уровень повторяемости	$K_{повт} = \frac{\text{кол. – во повтор. дет}}{\text{общее кол. – во деталей}}$	$K_{повт}$	0,5
<i>Повторяющиеся детали заметно упрощают ориентацию в различных наименованиях по спецификации. Для поиска берутся позиции по спецификации с количеством больше единицы и делятся на количество всех позиций деталей. Крепеж не учитывается.</i>			
Расположение точек силового замыкания	продольное поперечное продольно-поперечное	1 1 0,8	0,7
<i>Расположение точек крепежа выбирается по чертежу при рассмотрении основных заклепочных швов.</i>			
Конфигурация швов	прямолинейные, точечные круговые криволинейные	1 0,8 0,7	0,8
<ul style="list-style-type: none"> - Круговой – это по периметру люков, окантовок, иллюминаторов, то есть по кругу. Дается на чертеже одним размером с подписью «По кругу» или «Круговой» - Прямолинейный – это по прямой линии в плоскости, либо почти плоской поверхности (по стрингеру, лонжерону). Важно, что прямая линия может быть наложена на криволинейный обвод, как у диафрагм нервюр, шпангоутов и тд. Такие швы хоть и огибают обвод, но строятся по прямой. - Точечный – по отдельным точкам (не по шву). - Криволинейный – все остальные. 			
Шаг точек силового замыкания	постоянный переменный	1 0,5	0,8
<i>Шаг крепежа постоянный, если для шва задан только один шаг. Переменный может быть в случае если для одного шва заданы разные значения, в том числе в шахматном порядке.</i>			

Продолжение таблицы 3.3 – Показатели технологичности конструкции (справочные данные)

1	2	3	4
Вид соединения	заклепочное болтовое сварное клеевое	1 0,8 0,8 0,7	0,9
<i>Разные соединения имеют разный технологический процесс и требуют разного оборудования и инструмента. Выбор указывается в пользу более нагруженного вида соединения. Если в конструкции используются и болтовые соединения и заклепочные, именно болтовые более трудоемки в постановке и снижают технологичность.</i>			
Количество типоразмеров крепежа	до 2 включительно до 4 включительно до 6 включительно до 8 включительно более 8	1 0,9 0,8 0,7 0,6	0,9
<i>Количество типоразмеров крепежа соответствует количеству видов крепежных элементов, указанных в спецификации. Болтовые соединения считают в один типоразмер болт, гайку, шайбу. Если болтовые соединения одинаковы, но шайбы разные, то соединения уже различны. Большое количество разного крепежа, который между собой похож требует больше времени на раскладку и усложняет технологический процесс, что приводит к снижению трудоемкости.</i>			
Подходы к точкам силового замыкания	свободный двухсторонний ограниченный односторонний	1 1 0,8 0,5	1
<i>Подходы к крепежным элементам – это характеристика, позволяющая определить доступ сборщика при установке крепежа.</i> Свободный или двухсторонний доступ позволяет устанавливать крепежные элементы без каких-либо ограничений. В первом случае можно использовать прессовую клепку, во втором случае ударную клепку. Ограниченный доступ подразумевает ограничения для подвода инструмента. Например, использование специальных поддержек-щупов, пролазить через специальные отверстия и т.д. Односторонний доступ подразумевает полное отсутствие доступа с одной стороны.			
Уровень механизации выполнения соединений	$K_M = \frac{N_M}{N}$	K_M	0,8
<i>В современном производстве все соединения выполняются либо в ручную, но с применением специального механического инструмента, либо на автоматических станках. В расчёт берутся все крепежные точки узла и сопоставляются с количеством образованных вручную.</i>			
Уровень автоматизации выполнения соединений	$K_a = \frac{N_a}{N}$	K_a	0,8
<i>При наличии автоматизации постановки соединений с помощью специальных устройств значительно снижается доля ручного труда. В расчёт берутся все крепежные точки узла и сопоставляются с количеством образованных специальными автоматами. В случае если таких нет, данный параметр устанавливается равным 0.</i>			

Продолжение таблицы 3.3 – Показатели технологичности конструкции (справочные данные)

1	2	3	4
Герметизация швов	нет поверхностная внутренняя комбинированная	1 0,9 0,8 0,7	0,9

Данные о герметизации закладываются конструктивными особенностями узлов и агрегатов и указываются в тех. требованиях сборочного чертежа. Герметизацию применяют для: поддержания избыточного давления в кабинах; предотвращения утечки топлива из отсеков крыла и фюзеляжа, используемых как емкости; защиты отсеков и агрегатов от проникновения в них агрессивных жидкостей и газов и попадания влаги и т.д.

Виды герметизации:



- поверхностная, поливом



- внутришовная, по крепежу



- комбинированная

Как правило внутришовная требует разобрать конструкцию перед установкой крепежа, обезжировать большие площади поверхности деталей, ожидание вулканизации герметика для постановки крепежа, что вместе повышает трудоемкость сборки и снижает технологичность. Однако по сравнению с поверхностной герметизацией имеет более высокие показатели обеспечения герметичности.

После определения суммарного показателя технологичности ($K_{тех}$) производится оценка уровня технологичности сборочного узла.

Конструкция может оцениваться как:

- высокотехнологичная;
- технологичная;
- низкотехнологичная;
- нетехнологичная.

Зависимость оценки уровня технологичности узла от суммарного показателя технологичности приводится как в примере.

В конце каждого раздела необходимо сформировать вывод, который должен содержать данные о проделанной работе и полученном результате. Пример приведён ниже.

Пример:

Таблица 1.2 – Показатели технологичности конструкции

Наименование показателя	Значение показателя	Уровень технологичности	Удельный вес показателя
1	2	3	4
Габаритные размеры	Трехмерный узел (максимальный размер, м): до 2	0,8	0,5
Форма обводов	цилиндрическая	0,75	0,5
...

$$K_{tex} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Оценка уровня технологичности конструкции узла определяется по таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Оценка уровня технологичности конструкции узла

Значение K_{tex}	Оценка уровня технологичности
Более 15	Высокая технологичность
10...15	Технологичная
8...10	Низкая технологичность
менее 8	Не технологичность

На основании таблицы 1.3 можно сделать вывод, что конструкция _____ в условиях данного типа производства.

Вывод: на основе разработанной конструкции узла описаны исходные данные, которые применялись при проектировании узла, все элементы конструкции с подробным описанием, описание работы узла, принципа действия и назначения узла на самолёте, членение узла на детали и анализ соединения элементов узла. Результатом описания конструкции узла является выполненный анализ технологичности, который составил _____.

3.3 Разработка раздела «2 Разработка технологического процесса сборки узла»

В данном разделе необходимо выбрать методы сборки, метод базирования сборочного узла в приспособлении, составить схему базирования узла и технологический процесс сборки узла.

В описании раздела необходимо перечислить исходные данные из первого раздела пояснительной записки и воспользоваться ими для разработки технологического процесса сборки узла:

- сборочный чертеж узла и спецификация;
- тип производства (единичное, серийное, крупносерийное);
- конструктивно-технологические характеристики сборочного узла;

- технические условия на сборку.

Далее необходимо привести основные термины, используемые для разработки раздела.

Пример:

2 Разработка технологического процесса сборки узла

Исходными данными для разработки технологического процесса сборки закрылка самолета Су-25 будут являться разработанная конструкторская документация (сборочный чертеж ДП.24.02.01.XX.XXX.XX.100.СБ и спецификация ДП.24.02.01.XX.XXX.XX.100) и, составленное в первом разделе описание конструкции самого узла.

Тип производства среднесерийное – это тип производства, при котором...

Конструктивно-технологические характеристики узла приведены в разделе...

Технические условия на сборку в разделе...

Технологический процесс – это часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда. Примечания:

- Технологический процесс может быть отнесен к изделию, его составной части или к методам обработки, формообразования и сборки.

- К предметам труда относятся заготовки и изделия.

Маршрутно-операционное описание технологического процесса – сокращенное описание технологических операций в последовательности их выполнения с полным описанием отдельных операций по переходам.

Технологическая операция – это законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте.

Технологический переход – это законченная часть технологической операции, выполняемая одними и теми же средствами технологического оснащения при постоянных технологических режимах и установке.

3.3.1 Обоснование проектируемого технологического процесса сборки узла (подраздел 2.1 ПЗ)

Обоснование проектируемого техпроцесса должно содержать теоретическое описание необходимости обеспечения высокой точности обводов и почему необходимо применение сборочного приспособления. В обосновании указывается маршрутное описание технологического процесса по операциям.

При выборе и описании метода сборки и метода базирования проектируемого сборочного узла необходимо указать дополнительную теоретическую информацию. К теоретической информации относится внедрение в конструкции деталей и технологический процесс дополнительной технологической информации, например, отверстий. При необходимости учитывается информация о применении средств увязки сборочных единиц.

При выборе метода сборки и базирования необходимо учесть, что основным фактором, влияющим на выбор того или иного метода сборки, является необходимая точность. Как правило все изделия, выходящие на аэродинамический контур, собирают с применением метода сборки в сборочных

приспособлениях. Однако в случаях низких требований к точности и относительно простой конструкции деталей, может быть применен метод сборки по сборочным отверстиям с применением сборочной оснастки для фиксации, например, обшивки. Конструкция такой оснастки будет значительно проще и дешевле.

Разновидности методов базирования деталей узлов при серийном производстве перечислены ниже и для удобства оформлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Методы базирования и их характеристики

Методы базирования	Характеристики методов базирования
1	2
Базирование по разметке	Базирование по разметке применяется в отдельных переходах технологического процесса там, где технически невозможно или экономически нецелесообразно избежать разметки либо при опытном и единичном производстве. Для выполнения фиксации требуются универсальные прижимные инструменты – струбцины.
Базирование по сборочным отверстиям (СО)	Базирование, проводимое независимо от применения приспособлений, при которой положение деталей, предусмотренное чертежом, достигается совмещением СО, выполненным в обеих деталях с фиксацией технологическими болтами.
Базирование по базовым отверстиям (БО)	Базирование в сборочном приспособлении, при котором базовая деталь устанавливается по БО (выполненным в приливах или теле детали) в приспособление, в котором предусмотрены фиксаторы под БО. Выбирается в количестве минимум двух. При выполнении отверстий в приливах данные отверстия считаются технологическими и в чертеже не задаются. При выполнении БО в теле детали, они считаются конструктивными и должны быть заданы размерами по чертежу.
Базирование по координатно-фиксирующим отверстиям (КФО)	Базирование в приспособлении, при котором положение деталей, узлов и панелей, предусмотренное чертежом, достигается установкой их по КФО в элементах конструкции. КФО – это отверстия высокой точности, имеющие конкретно заданные координаты в системе самолета, и потому с высокой точностью повторяемые как на деталях, так и на фиксаторах приспособления. Приспособления такого типа не требуют рубильников. В том числе по КФО можно собирать пакет из нескольких деталей. КФО являются конструктивными отверстиями и задаются в чертеже с конкретными размерами. В настоящее время не применяются.
Базирование по отверстиям под стыковые болты (ОСБ)	Базирование в сборочном приспособлении, при котором установочные поверхности (стыковочные отверстия) стыковых узлов, профилей или кронштейнов изделий совмещают с базовыми поверхностями сборочного приспособления (имитаторами ответного стыкового узла) и соединяют фиксаторами – стыковыми болтами.
Базирование по внешнему (наружному) обводу обшивки	Базирование в сборочном приспособлении, при котором положение обшивки и панелей, предусмотренное чертежом, достигается установкой их на обводы базовых элементов приспособления (ложементов), выполненных по внешнему контуру обшивки.

Продолжение таблицы 3.4 – Методы сборки и их характеристики

1	1
Базирование по внутреннему обводу обшивки	Базирование в сборочном приспособлении, при котором положение обшивки и панелей, предусмотренное чертежом, достигается установкой на обводы макетных элементов каркаса и базовых узлов, выполненных по внутреннему контуру обшивки.
Базирование по поверхности каркаса	Базирование в сборочном приспособлении, при котором собирается каркас, поверхность которого является базовой, а затем устанавливаются на него обшивку.
Базирование по поверхности базовой детали (по месту)	Базирование, при котором положение детали по чертежу определяется относительно поверхностей и граней других деталей. Данный метод требует наличие таких граней, которые будут точно определять положение детали и не будут препятствовать установке крепежа. Не требует применения сборочного приспособления. После установки детали её фиксируют струбцинами.

Как правило, тот или иной метод базирования в чистом виде не применяется и на практике используются комбинации различных методов. Однако основным методом базирования принимается тот, с помощью которого обеспечивается точность замыкающего размера. А методы базирования для каждой детали (по какой-либо поверхности или каким-либо отверстиям) определяются исходя из основного и принятых вспомогательных методов базирования.

Если сборка узла проводится в приспособлении, то метод базирования деталей может быть различен:

- по поверхности внешнего (наружного) обвода обшивки;
- по поверхности внутреннего обвода обшивки;
- по поверхности каркаса;
- по координатно-фиксирующим отверстиям – КФО;
- по базовым отверстиям – БО;
- по отверстиям под стыковые болты – ОСБ;
- по сборочным отверстиям в приспособлении;
- по разметке.

В технологический процесс можно внедрить дополнительное высокопроизводительное оборудование или дополнительные приспособления и оснастку. В этом случае необходимо дать краткое обоснование получаемых возможностей, например, снижение стоимости, повышение качества, уменьшение трудоемкости, требованием обеспечения подходов. Обоснование должно содержать характеристики и требования к применяемому внедрению. Примерами таких внедрений может служить: автоматическая клепка, внедрение кондукторов или кондукторных линеек, использование шаблонов разных (РШ) под работы при сборке, использование сверлильных машин с автоматической подачей (СМАП) для сверления отверстий в смешанных пакетах, использование оснастки для сверления отверстий с односторонним подходом и тд.

Определение маршрутного описания технологического процесса сборки позволяет в первом приближении оценить объем работ. В дальнейшем это будет сказываться на проработке конструкции узла. Каждая операция должна соответствовать ключевому слову полной записи операции по ГОСТ 3.1703-79, записанную именем существительным в именительном падеже, например: сборка, установка, разметка, клепка и т.д. Некоторые слова разрешается заменять аналогичной формой, например слесарная. Полная запись характеризует обрабатываемые или собираемые изделия, конструктивные элементы и в некоторых случаях применяемое оборудование, например: установка деталей каркаса в сборочное приспособление, сверление отверстий с внешней стороны обшивки и т.д.

Типовые формулировки ключевых слов операций, их значения и коды по классификатору технологических операций 1 85 151 (КТО) прописаны в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Типовые формулировки ключевых слов операций, их значения и коды по классификатору технологических операций

Код по КТО	Ключевое слово операции	Значение операции по выполняемым действиям
1	2	3
8801	Установка	Базирование и фиксация деталей в сборочном положении относительно друг друга или сборочной оснастки.
8861	Снятие (Разборка)	Снятие деталей, подборок, узлов из сборочного положения или со сборочного приспособления.
8800	Сборка предварительная	Установка деталей и сверление отверстий.
8800	Сборка	Установка деталей, сверление отверстий и выполнение соединений.
4210	Сверлильная (Сверление)	Сверление отверстий по разметке и НО, в том числе подготовка отверстий под болты (развертывание, зенкерование).
4210	Сверление и зенкование	То же самое, но с зенкованием отверстий по обшивкам или иным элементам.
0117	Герметизация	Внутришовная или поверхностная герметизация, включающая действия обезжиривания, нанесения подслоя и герметиков, удаления излишков, вулканизации.
0180	Маркирование	Нанесение информации об изделии.
0168	Подготовка	Подготовка рабочих мест к сборке, входной контроль деталей, поступивших на сборку.
0101	Разметка	Нанесение линий разметки положения деталей или центров отверстий крепежа.
0200	Контроль	Контроль, выполняемый БТК на разных этапах сборки для выявления дефектов на ранних этапах. Окончательный контроль в конце сборки.
4194	Доводочная	Снятие технологических припусков, приливов, глушение отверстий, срезание хвостовиков заклепок, зачистка закладных головок потайных заклепок фрезерной машиной.

Продолжение таблицы 3.5 – Типовые формулировки ключевых слов операций, их значения и коды по классификатору технологических операций

1	2	3
8841	Клепка	Установка заклепок, нанесение грунтовок и герметиков в отверстия или на крепеж, образование замыкающих головок прессовым или ударным методом.
8864	Закрепление на болты	Установка болтов в отверстия на грунт, герметик или смазку, вбивание болтов с посадкой в натяг, навинчивание гайки и шайбы, тарированное протягивание соединений, стопорение соединений. Может включать в себя переходы окончательного развертывания после герметизации.
8864	Закрепление на болты и клепка	Выполнение переходов клепки и закрепления на болты.

После формирования перечня операций необходимо прописать особые данные по узлу, которые будут определять технологический процесс, а также данные для введения в технологический процесс технологических отверстий НО, СО, БО, ОСБ и т.д., давая их определения.

Пример:

2.1 Обоснование проектируемого технологического процесса сборки узла

Для разработки технологического процесса сборки необходимо:

- выбрать метод сборки;
- выбрать метод базирования деталей при сборке;
- определить схему сборки узла;
- определить технические условия поставки деталей на сборку;
- разработать технологический процесс сборки.

Сборку узла можно разбить на следующие операции:

1. Подготовка рабочей зоны к сборке.
2. Установка деталей каркаса в сборочное приспособление.
3. Сверление отверстий по каркасу.
4. Герметизация внутришовная по каркасу.
5. Закрепление на болты и клепка деталей каркаса.
6. и т.д.

Узел имеет объемную сложную конструкцию и необходимо обеспечить высокую точность обводов, что требует применения сборочного приспособления. Так как некоторые соединения в узле имеют ограниченный для пресса и односторонний подход, то возникает необходимость использовать ударную и одностороннюю клепку.

При выборе метода сборки и разработке схемы базирования необходимо учесть, что основным фактором, влияющим на выбор того или иного метода сборки, является необходимая точность.

Как правило, тот или иной метод сборки в чистом виде не применяется и на практике используется комбинации различных методов. Однако основным методом сборки принимается тот, с помощью которого обеспечивается точность замыкающего размера. Максимальная точность сборки данного узла будет обеспечена методом сборки в приспособлении рамного типа, выполненного по

ТхЭМ и собранного с помощью лазерного трекера. Базирование обвода узла обеспечивается по поверхности каркаса.

В технологический процесс будут введены СО для уменьшения трудоемкости сборки, НО, позволяющие улучшить качество и скорость выполнения отверстий под соединение, а также БО, для базирования деталей в сборочном приспособлении. Информация о том, в каком количестве и в каких деталях выполнены БО, СО и НО, далее будет размещена в таблице 2.Х.

3.3.2 Выбор метода сборки и разработка схемы базирования (подраздел 2.2 ПЗ)

После выбора метода сборки и метода базирования узла в сборочном приспособлении, необходимо разработать схему базирования узла в графическом изображении, с таблицей условных обозначений базовых и зажимных элементов приспособления.

Для установки деталей в сборочное положение необходимо для каждой детали назначить метод базирования для исключения шести степеней свободы.

Общие сведения по составу баз. Состав баз определяется с исключением конфликтов между базами. Например, поставить диафрагму шпангоута по СО к обшивке и по поверхности упора на рубильнике может привести к конфликту, так как ограничивают в одной и той же плоскости, но с разными допусками. При сборке последовательно деталей по СО (первая деталь крепится ко второй, за вторую третью и т.д.) также может пойти накопление погрешностей замыкающего размера. Базирование стыковочных отверстий должно в первую очередь обеспечиваться по базе ОСБ. Но как правило стыковочное отверстие одно и таким образом деталь лишается только 5-ти степеней свободы. Выполнять второе отверстие может быть не разумно. В таком случае дополнительной базой может служить поверхность опорной детали с фиксацией струбциной. Если в продольном элементе имеются ребра жесткости или стойки под поперечные элементы, которые уже приклепаны к продольному элементу, они могут выступать в качестве базы, но тогда на рубильниках не должно быть упоров. Базирование стоек, книц и небольших фитингов, которые соединяют 2-3 детали по разные стороны, обеспечивается по месту, то есть по поверхности базовой детали. Выполнять разметку может быть трудоемко, а обеспечить требуемые размеры можно выдержав перемычки с чертежа или равные зазоры по элементам. Ставить такие детали по СО не рекомендуется.

Первоначально назначают методы базирования для длинномерных деталей, либо деталей, выходящих на обвод, далее для деталей стыка или узлов навески, затем для силовых деталей каркаса, потом для не силовых (рядовых) деталей, и т.д.

Определить состав баз для базирования всех деталей, для удобства можно разбить их на группы по выбранному методу базирования. Данные необходимо свести в таблицу 2.1.

Пример:

2.2 Выбор метода сборки и разработка схемы базирования

Для установки деталей в сборочное положение необходимо для каждой детали назначить метод базирования для исключения шести степеней свободы (или несколько методов базирования по различным степеням свободы). Набор вариантов методов базирования для всех деталей определяет состав баз для сборки узла.

Определим состав баз для базирования деталей, разбив их на группы по выбранному методу базирования. В таблице 2.1 приведён выбор состава баз для сборки (*наименование узла*) в сборочном приспособлении.

Таблица 2.1 – Выбор состава баз для сборки (*наименование узла*) в сборочном приспособлении

Наименование детали	Обозначение детали	Выбранный метод базирования
Обшивка	ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ.100.001	БО, поверхности ложементов
Шпангоуты (19-24)	ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ.100.002-008	Поверхности рубильников, упоры, прижимы
Стрингеры (6-12)	ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ.100.009-015	СО с обшивкой
Балка (1-2)	ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ.100.016; -017	УЛ, упоры, прижимы
Крышка люка	ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ.100.018	СО с окантовкой
Окантовка люка	ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ.100.006-019	СО с обшивкой
Диафрагма люка	ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ.100.020	СО с крышкой люка
Фитинги	ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ.100.026-021	По поверхностям шпангоутов 19, 24 и стрингеров 7-11 с фиксацией струбцинами
Кницы	ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ.100.022	По поверхностям шпангоутов 18-23 и стрингеров 7-11 с фиксацией струбцинами

Соответственно назначенному составу баз выполняется схема базирования деталей с использованием специальных обозначений. Схема выполняется в виде эскизов с обозначением вдов как на чертеже. Каждый вид должен быть привязан к главному виду с нанесением текущих поверхностей, выносных элементов и т.д. Масштабом условно можно пренебречь. Сама схема обязательно должна быть читаема.

На рисунках с 2.1 и далее представить схемы базирования узла в сборочном приспособлении.

Пример:

Схема базирования элерона самолёта S-21A (правый борт) показана на рисунке 2.1 – 2.5.

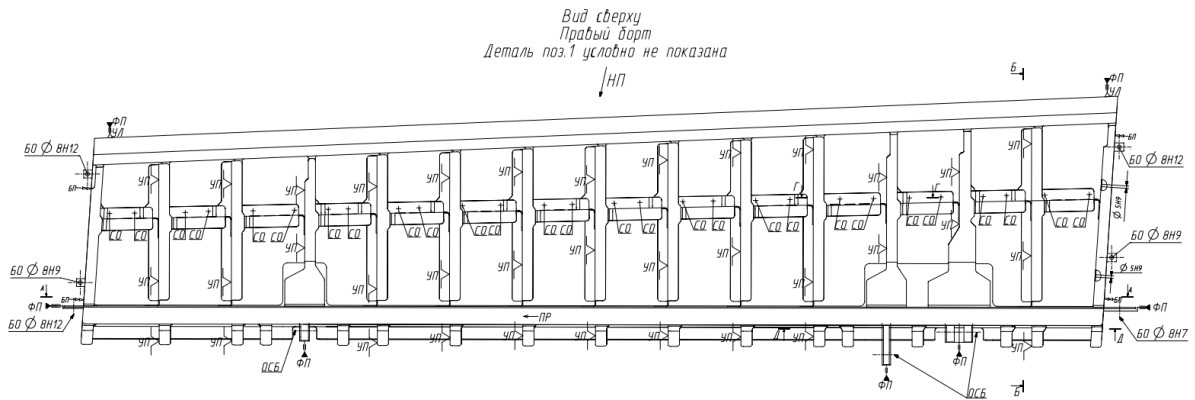


Рисунок 2.1 – Схема базирования элерона самолёта S-21A (правый борт)

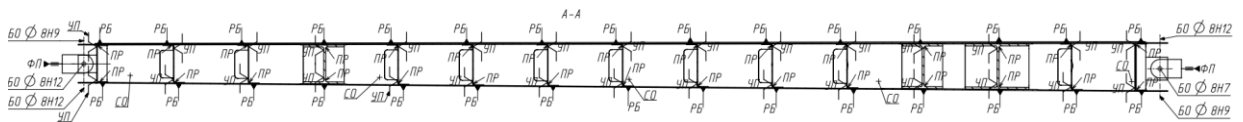


Рисунок 2.2 – Схема базирования элерона по лонжерону

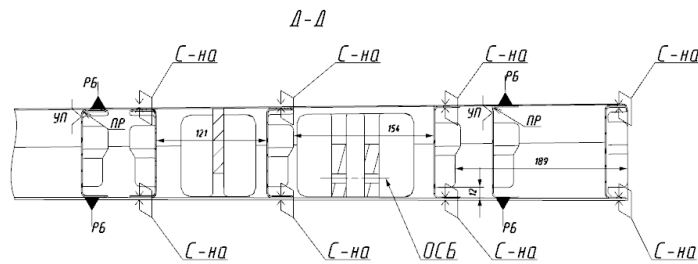


Рисунок 2.3 – Схема базирования элерона диафрагмам нервюр 100.25, 27-29, 36-37

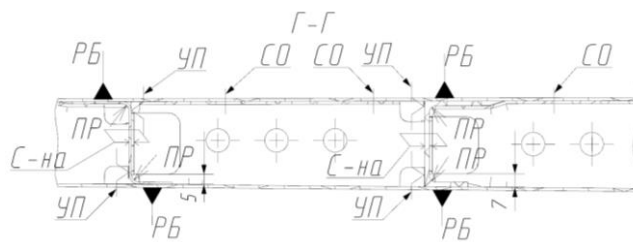


Рисунок 2.4 – Схема базирования стоек элерона

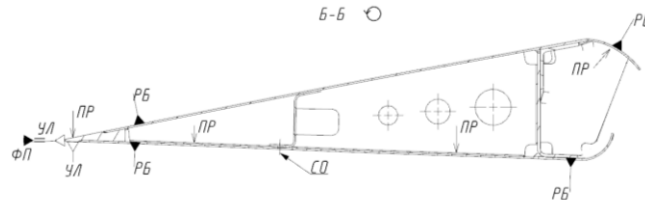


Рисунок 2.5 – Схема базирования элерона по нервюре

Необходимо обратить особое внимание на то, что все базы, указанные в столбце «Выбранный метод базирования» таблицы 2.1 должны быть указаны на

представленных графически схемах базирования и должны быть согласованы между собой.









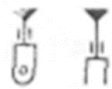
Условные обозначения базовых и зажимных элементов приспособлений на схемах базирования расшифровать в таблице 2.2, как показано в примере.

Если обозначений элементов недостаточно, можно воспользоваться таблицей 1.4 на странице 11-16 в учебном пособии [1]. Также разрешается дополнять свои обозначения при согласовании с руководителем.

Пример:

Обозначения, принятые при разработке схемы сборки, приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Условные обозначения базовых и зажимных элементов приспособлений на схемах базирования

Наименование обозначения	Обозначение
1	2
Рубильник	
Ложемент	
Прижим	
Упор	
Базовое отверстие	
Сборочное отверстие	
Отверстия стыковых болтов	
Струбцина	
Фиксатор подвижный	

3.3.3 Разработка технологического процесса сборки узла в сборочном приспособлении и составление схемы сборки узла (подраздел 2.3 ПЗ)

Технологический процесс сборки разрабатывается на основе схем базирования и таблицы 2.1, составленной ранее, с учетом особенности конструкции сборочного приспособления в следующей последовательности:

- уточнить состав и последовательность работ, необходимых для сборки узла;
- назначить инструменты и дополнительные средства, необходимые для выполнения операции, перехода;
- сформировать требования к деталям, поступающим на сборку (например, наличие технологического припуска, удаляемого при сборке, наличие сборочных и направляющих отверстий и др.).

Разработку технологического процесса необходимо выполнять по маршрутно-операционному описанию с детализацией основных переходов к

операциям. Запись переходов, как и операций, должна быть выполнена в полной форме, содержать ключевое слово – наименование действия, включающего определенные методы обработки или сборки изделия и выраженное глаголом в неопределенной форме (ГОСТ 3.1703-79).

Как правило структура записи перехода включает в себя:

- ключевое слово;
- информация о обрабатываемых или устанавливаемых элементах;
- дополнительная информация о применимости к элементам или деталям;
- дополнительная информация о применяемых базах, элементах оснастки, размерах элементов и т.д.
- информация о применяемом оборудовании;
- фиксация элементов при сборке и установке.

Примеры записей переходов:

- Установить нервюры поз. ... в сборочное приспособление по рубильникам и упорам, фиксировать прижимами.
- Сверлить предварительные отверстия по НО и разметке диаметром 3,6 мм.
- Клепать кницы поз... к нервюрам поз... прессовым методом.
- Герметизировать сопрягаемые поверхности деталей каркаса с обшивкой поз... герметиком У30МЭС-5НТ.

Типовые ключевые слова записи переходов:

- герметизировать;
- затянуть;
- зенковать;
- кернить;
- клепать;
- контролировать;
- крепить;
- нанести;
- нарезать;
- обрезать;
- очистить;
- разделать;
- разобрать;
- сверлить;
- снять;
- собрать;
- торцевать;
- удалить;
- установить.

Технологический процесс сборки узла может быть оформлен в двух разных вариантах: комплектом технологической документации или в виде таблицы в ПЗ. Первый вариант является более предпочтительным. Технологический процесс формируется в виде комплекта технологической документации в соответствии с ГОСТ ЕСТД в программном обеспечении СУДП. В этом случае в ПЗ сохраняется только схема сборки, а сам технологический

процесс вносится в приложения единым комплектом. Пример комплекта технологического процесса маршрутно-операционного описания размещен на сетевом ресурсе У в папке специальности/ВКР.

Комплект технологической документации может иметь разную комплектность в зависимости от уровня проработки и понимания. Минимальный состав комплекта должен включать в себя титульный лист (ТЛ), ведомость технологических документов (ВД) и маршрутную карту (МК) с операциями и переходами. Желательно расписывать переходы в операционных картах (ОК), а маршрутную карту оставить как сводный документ по операциям. К операционным картам могут дополнительно разрабатываться карты эскизов (КЭ) с изображениями пояснений к переходам. Полный комплект технологической документации дополнительно должен включать ведомость оснастки (ВО) с перечнем применяемого инструмента, оснастки и приспособлений и ведомость материалов (ВМ) с перечнем используемых материалов (герметики, грунтовки, нефрас и т.д.) и нормами расхода. Нормы расхода представлены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Нормы расхода материалов при сборочных работах

Материал	Норма расхода
Грунтовка ЭП-0215 или схожий по плотности	0,159 кг/м ² , 0,002 кг на отверстие
Герметик УЗ0МЭС-5НТ или схожий	0,8 м ² , 0,005 кг на отверстие
Нефрас БР-1 с антистатической присадкой	0,163 кг/м ²
Раствор местного химического оксидирования	0,01 кг/см ²
Смазка специальная №1, Смазка ВАП-2	0,004 кг на отверстие
Салфетка х/б	2 шт. на переход

Титульный лист комплекта технологической документации оформляется в соответствии с ГОСТ 3.1105-2011 форма 2. На титульном листе должны быть указаны номер сборочной единицы, номер технологического процесса, наименование сборочной единицы и фамилии студента, руководителя, нормоконтролера и рецензента.

Ведомость технологических документов является сводным документом комплекта с указанием всех входящих технологических документов. Оформление ведомости выполняется в соответствии с ГОСТ 3.1122-84 форма 5. В ведомости должны быть указаны все технологические документы в порядке их сшивки с указанием количества листов.

Маршрутная карта оформляется в соответствии с ГОСТ 3.1118-82 форма 2 и 2а. В начале маршрутной карты оформляются требования по использованию конструкторской, нормативной и прочей документации, которой необходимо руководствоваться в процессе сборки. Сюда относятся используемые чертежи для сборки, нормативная документация (ГОСТ, ОСТ, ПИ) на выполнение работ, требования охраны труда и используемые типовые технологические процессы (ТП). Операции оформляются символом «А», оборудование на рабочем месте символом «Б», переходы символом «О», оснастка, инструмент, приспособления символом «Т», материалы символом «М».

Формулировки операций и переходов выполнять как описано выше. В операциях применять сокращения не рекомендуется. В переходах можно

использовать установленные сокращения, например сборочное приспособление – СП. В конце операции точка не ставится, в конце перехода ставится. Оснастку можно записывать в одну строчку, разделяя разные элементы точкой с запятой. В скобках указывается количество применяемого инструмента. Нумерация операций в соответствии с ГОСТ 3.1129-93 ведется рядом арифметической прогрессии по 5, например 005, 010, 015 и т.д. Нумерация переходов обозначается арабскими цифрами в порядке возрастания с точками в конце.

Операционные карты содержат на одну операцию все необходимые переходы в последовательности их выполнения. Оформляется на бланках по ГОСТ 3.1407-86 форма 1 и 1а. В операционные карты, в случае их внедрения, переносятся переходы, оснастка и материалы.

Карты эскизов оформляются по ГОСТ 3.1105-2011 форма 7 и 7а. Как правило карты эскизов прикрепляются к операциям и содержатся после маршрутной карты в случае отсутствия операционных карт или после соответствующей операционной карты при их наличии. Эскизы выполняются понятными и читаемыми. На эскизах разрешается применять разрезы, выносные элементы и направления взгляда на элементы как на чертежах. При этом на эскизе должен быть расположен понятным образом общий вид изделия (например, в изометрии) или его части, который будет выполнять роль главного вида. На эскизах наносится информация, которую сложно описать в технологическом процессе либо которая для упрощения сборочного чертежа в нем отсутствует. В качестве примера можно взять расположение закладных головок заклепок и головок болтов относительно деталей. Для пояснения перехода можно указать последовательность фиксации элементами приспособления, последовательность рассверливания, порядок закрепления и прочее. В эскизах можно нанести информацию по разметке в случае, если чертеж загружен другими размерами и поиск данной информации может занять много времени.

Второй вариант формирования технологического процесса оформляется в виде таблицы. В данном случае указания операций, переходов, оборудования оснастки и материалов подписываются соответствующими символами по строкам таблицы как показано в примере.

Пример:**2.3 Разработка технологического процесса сборки узла в сборочном приспособлении и составление схемы сборки узла**

Технологический процесс сборки узла оформлен (представлен) в виде таблицы 2.3.

Таблица 2.3 – Технологический процесс сборки (наименование узла)

Номер технологической операции/перехода,	Служебный символ	Содержание технологической операции/перехода, информации о средствах оснащения, используемых материалах
1		2
005	А	Сборка лонжерона на верстаке.
	Б	Верстак.
1.1	О	Установить полки лонжерона поз. 6, 7 на стенку лонжерона поз. 5 по СО, фиксировать ТБ.
	Т	Ключ для ТБ, ТБ - 12 шт.
010	А	Сверление отверстий по лонжерону на верстаке.
	Б	Пресс КП-204М.
2.1	О	Сверлить отверстия предварительным диаметром в детали поз. 5 через НО в деталях поз. 6, 7 диаметром 4,1 мм.
	Т	Пневматическая дрель, сверло диаметром 4,1 мм, втулка обеспечения перпендикулярности
2.2	О	Фиксировать детали поз. 5-7 с помощью ТБ диаметром 4 мм по каждому десятому отверстию из пункта 2.1. Демонтировать ТБ с СО из пункта 1.1.
	Т	Ключ для ТБ, ТБ
2.3	О	Сверлить отверстия в деталях поз. 5-7 через СО диаметром 4,1 мм.
	Т	Пневматическая дрель, сверло диаметром 4,1 мм, втулка обеспечения перпендикулярности
2.4	О	Разобрать детали, очистить от стружки, удалить заусенцы, скрепить обратно на ТБ.
	Т	Зенковка для снятия заусенец, пневматическая дрель, щетка-сметка, ключ для ТБ
2.5	О	Контролировать образованные отверстия
	Т	Калибр-пробка, линейка, калибр-перпендикулярности
015	А	Клепка лонжерона на прессе
	Б	КП-204М
3.1	О	Клепать полки лонжерона поз. 6, 7 к стенке лонжерона поз. 5 на прессе.
	Т	Клепальный молоток, поддержка, шаблон замыкающей головки
3.2	О	Контроль заклепочных соединений.
	Т	Шаблон замыкающей головки, набор щупов, линейка
020	А	Сборка каркаса в сборочном приспособлении
	Б	Сборочное приспособление
4.1	О	Установить собранный лонжерон поз. 5-7 в сборочное приспособление по БО, фиксировать ФБО.
	Т	ФБО 10Н9 мм, ФБО 10Н12 мм
4.2	О	Установить узлы навески поз. 19, 25 в сборочное приспособление по ОСБ, фиксировать ФОСБ.
	Т	2 ФОСБ 12Н9 мм
4.3	О	Установить концевой нож. поз. 4 в сборочное приспособление на установочную линейку, фиксировать прижимами.

Схема сборки составляется на основании принятых методов сборки и базирования в соответствии с технологическим процессом. Установленную последовательность сборки отражают в виде графической схемы с указанием условных порядковых номеров деталей, обозначением выполняемых операций (переходов), с указанием элементов базирования и с указанием применяемого оборудования. Каждый блок схемы должен соответствовать операции. При необходимости укрупненного пояснения последовательности выполнения перехода, например при установке, их вносят ниже операции с указанием базы или используемых элементов оснастки.

На основании таблицы 2.3 составляется графическое представление схемы сборки, которое изображается как рисунок 2., согласно нумерации раздела.

Пример:

На основании таблицы 2.3 составим графическое представление схемы сборки, которое изображено на рисунке 2.____.



3.3.4 Разработка технических условий на поставку деталей для сборки узла (подраздел 2.4 ПЗ)

Условия на поставку деталей определяют степень законченности, с которой детали должны поступать в сборочный цех на сборку агрегата или отсека. Они разрабатываются после определения состава сборочных баз и составления схемы сборки и являются дополнением к техническим требованиям на изготовление деталей, которые указаны на чертеже.

В условиях на поставку деталей указывают:

- наличие, размер и расположение технологических припусков, удаляемых при установке деталей в сборочное положение или стыковке с соседними узлами (подгонка);
- наличие или отсутствие, места размещения (позиция сопрягаемой детали) и размеры направляющих отверстий (НО);

- наличие, количество и размер сборочных (базовых или КФО если они используются) отверстий и позиция сопрягаемой детали (если они есть).

Условия на поставку деталей должны быть увязаны с технологическим процессом сборки. Так, например, если детали на сборку подаются с припуском, то в технологическом процессе необходимо предусмотреть операции разметки и обрезки припуска по длине или по контуру.

Условия на поставку деталей на сборку составляются для каждой детали отдельно и оформляются в виде таблицы, как в примере.

Обратите внимание на то, что данные таблицы не должны расходиться с данными таблиц состава баз и технологического процесса, представленными ранее.

Пример:

Разработанные технические условия на поставку деталей на сборку узла сведены в таблицу 2.Х.

Таблица 2.Х – Технические условия на поставку деталей на сборку (*наименование узла*)

Наименование детали	Обозначение детали	Степень законченности
Обшивка	ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ.100.01	2 БО Ø12Н9 со сборочным приспособлением 5 СО Ø3.1 с окантовкой люка ...100.19 31 СО Ø3.1 со стрингерами ...100.09-15
Шпангоут 19	ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ.100.02	6 СО Ø3.1 с фитингами ...100.21 НО Ø2.7 к обшивке ...100.01
Шпангоут 20 часть 1	ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ.100.03	2 СО Ø3.1 с кницами ...100.22 НО Ø2.7 к обшивке ...100.01
Шпангоут 20 часть 2	ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ.100.04	4 СО Ø3.1 с кницами ...100.22 НО Ø2.7 к обшивке ...100.01
Шпангоут 21	ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ.100.05	10 СО Ø3.1 с кницами ...100.22 НО Ø2.7 к обшивке ...100.01
Шпангоут 22	ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ.100.06	10 СО Ø3.1 с кницами ...100.22 НО Ø2.7 к обшивке ...100.01

В конце второго раздела необходимо сформировать вывод.

3.4 Разработка раздела «3 Разработка конструкции сборочной оснастки»

В связи с тем, что для спроектированного узла необходимо обеспечить достаточно высокую точность сборки с учетом технических требований на сборку, необходимо спроектировать сборочное приспособление.

Сборочное приспособление – это устройство, конструкция которого обеспечивает правильное взаимное расположение, фиксацию и соединение сборочных единиц (деталей, узлов, агрегатов, отсеков) самолёта с заданной точностью.

Основные требования к сборочным приспособлениям:

- обеспечение заданной точности сборки узла;
- сохранение точности сборочного приспособления в течение всего периода эксплуатации между регламентными осмотрами и ремонтами;

- сохранение стабильного положения базовых точек, узлов и поверхностей и надёжность фиксации собираемых элементов в течение всего периода эксплуатации приспособления;
- постоянство размеров независимо от колебаний температуры;
- обеспечение свободных подходов к рабочим зонам.

В данном разделе необходимо:

- составить технические условия на проектирование сборочной оснастки;
- разработать конструкцию сборочной оснастки;
- провести расчет допустимого прогиба балки.

Факторами, определяющими конструкцию сборочного приспособления, являются основные конструктивные и технологические характеристики собираемого в приспособлении узла.

К конструктивным характеристикам собираемых изделий относятся:

- геометрическая форма и габариты изделия, определяющие размеры и форму сборочного приспособления;
- вид главной базирующей поверхности изделия, т.е. поверхности, подлежащей фиксированию в приспособлении и определяющей количество и форму фиксаторов обвода (рубильников и ложементов);
- виды и места плоскостей разъемов и узлов стыков изделий, определяющие количество, конструкцию и габариты плит разъемов.

К технологическим характеристикам собираемых изделий относятся:

- метод и средства достижения увязки механосборочной, заготовительной и сборочной оснастки (плазово-шаблонный, эталонно-шаблонный, бесплазовый);
- методы базирования деталей в приспособлении;
- последовательность выполнения сборочных операций.

В описании раздела необходимо перечислить исходные данные для проектирования сборочного приспособления (аналогично разделу 2):

- чертежи собираемого изделия;
- технические условия на сборку;
- технологический процесс сборки (последовательность установки и фиксации в приспособлении деталей изделия);
- средства, используемые для механизации и автоматизации процесса сборки (клевальные, сверлильно-зенковальные головки и т.п.).

Дополнительно к сборочному приспособлению может быть внедрена

- дополнительная оснастка для сборочных работ. Примерами таких средств оснащения могут выступать:
 - кондукторные накладки и линейки (для сверления отверстий);
 - эталонные нервюры и шпангоуты (для сборки панелей или сборки от внутренней поверхности обшивки);
 - шаблоны вырезов и люков (для обработки по месту);
 - дополнительные приспособления для установки оборудования и элементов узла, к которым нет доступа с помощью приспособления, но необходимо выдержать высокую точность;
 - оснастка для установки собираемой конструкции на клепаемые автоматы при клепке.

Такая дополнительная оснастка проектируется в виде 3D модели и с описанием назначения и принципа работы прикладывается в данном разделе в качестве скриншота.

3.4.1 Разработка технических условий на проектирование сборочной оснастки (подраздел 3.1 ПЗ)

Технические условия (ТУ) на проектирование приспособления являются, наряду с чертежами приспособления, основными документами для выполнения конструкторских работ по проектированию сборочной оснастки.

ТУ разрабатывается технологом и содержит следующую информацию:

- основные сборочные базы и фиксируемые элементы собираемого узла;
- сопрягаемые элементы собираемого изделия;
- технические средства монтажа и контроля сборки;
- положение собираемого изделия в приспособлении;
- направление и средства выемки готового изделия из приспособления.

Исходя из чертежей собираемого узла, технических условий на сборку и выбранного метода сборки необходимо разработать ТУ на проектирование приспособления для сборки узла, учитывая:

1. Тип приспособления. Высота рабочей зоны от уровня пола (в мм). Положение узла в сборочном приспособлении (вертикально, горизонтально);
2. Основные элементы приспособления;
3. Каким образом производится монтаж сборочного приспособления;
4. Обеспечение возможности выемки собранного узла.

3.4.2 Описание конструкции сборочной оснастки (подраздел 3.2 ПЗ)

Данный подраздел содержит подробное описание конструкции сборочного приспособления и дополнительной оснастки.

Для сборочного приспособления необходимо указать:

- из каких элементов состоит;
- какими способами изготавливаются элементы приспособления;
- из какого материала выполнены элементы конструкции;
- методы обработки элементов приспособления, защитные покрытия;
- способы фиксации на приспособлении;
- методы регулировки на приспособлении;
- метод и процесс монтажа сборочного приспособления с учетом требуемой точности и применяемого метода увязки.

Описание данного раздела содержит все необходимые конструктивные и технологические решения для всех элементов приспособления.

Структура и элементы сборочного приспособления включают в себя 5 характерных групп элементов [1]:

1. Несущие (каркасные) – силовая часть приспособления, гарантирующая жесткость конструкции и неизменность положения сборочных баз. К ним

относится рама или колонны и балки. Именно эта часть приспособления рассчитывается в подразделе 3.3.

2. Фиксирующие (базовые) элементы – определяют положение собираемых элементов конструкции и их расположение относительно конструктивных осей изделия. В эту группу входят рубильники, ложементы, установочные линейки, базовые плиты, упоры, кронштейны БО и ОСБ.

3. Установочные элементы – связующие звенья между фиксирующими и несущими элементами. В их состав входят кронштейны под рубильники или ложементы, вилки, стаканы и винтовые фиксаторы.

4. Зажимные элементы – обеспечивают надежность фиксации устанавливаемых элементов конструкции в заданном положении. К ним относятся различные прижимы (Г-образные, кулачковые, зажимные и т.д.), фиксаторы ОСБ, КФО и БО.

5. Вспомогательные элементы – предназначаются для создания нормальных условий работы и повышения производительности труда. Сюда входят различные рабочие площадки, лестницы, полы, приводы подвижных частей, спецустановки под оборудование, места под хранение фиксаторов, рама фиксации рубильников в поднятом положении.

При описании отдельного элемента приспособления необходимо его относить к одной из пяти групп.

После описания всех элементов конструкции приспособления нужно определить метод монтажа сборочного приспособления и описать процесс.

Монтаж может производиться тремя способами:

1. Монтаж в инструментальном стенде по шаблонам приспособления.
2. Монтаж в инструментальном стенде по монтажному эталону.
3. Монтаж с помощью лазерно-оптических систем (лазерный трекер).

Первые два относятся к ручному механизированному методу и в общем на текущий момент устарели. Монтаж с помощью лазерно-оптических систем на сегодняшний день один из самых распространенных методов, сочетающий в себе возможности электронного моделирования и описания конструкции с современными техническими устройствами – лазерными трекерами. Лазерный трекер определяет положение базовых точек через отражатели (реперные точки) на элементах оснастки и считывает их координаты. Отклонения от координат высвечиваются на компьютере и позволяют проводить анализ в реальном времени.

Подробно процесс монтажа с помощью лазерного трекера описан в учебном материале по лазерному трекеру, расположенному на диске У в папке ВКР.

Описание методов монтажа с помощью шаблонов и монтажного эталона в инструментальном стенде описано в учебнике Григорьев Б. П., Ганиханов Ш. Ф. «Приспособления для сборки узлов и агрегатов самолетов и вертолетов». Учебное пособие для авиационных вузов. М., «Машиностроение», 1977 на странице 44.

При описании дополнительной оснастки действуют те же требования, что и для сборочного приспособления. Кроме того, должен быть приложен скриншот

электронного макета изделия в формате 3D модели с позициями основных конструктивных элементов.

Перечень технологической и контрольной оснастки для изготовления сборочного приспособления представить в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Перечень технологической и контрольной оснастки для изготовления сборочной оснастки

Элементы сборочного приспособления	Метод образования контура	Источник информации о контуре	Оборудование и оснастки	Контрольная оснастка
1	2	3	4	5
Рубильники, кронштейны, фиксаторы <i>Добавить свои по спецификации</i>	Фрезерование на станках с ЧПУ	ЭМСП	Станок с ЧПУ	КИМ
Рама	Обрезка, сварка	ЭМСП	Сварочное оборудование, отрезной станок	КИМ
Монтаж сборочного приспособления	Монтаж с помощью лазерного трекера	ЭМСП	Оборудование для установки крепежа, лазерный трекер	Лазерный трекер

3.4.3 Расчет допустимого прогиба балки сборочного приспособления (подраздел 3.3 ПЗ)

Балки приспособления могут быть изготовлены из:

- двух сваренных в трубу стальных швеллеров ГОСТ 8240-97;
- квадратных (ГОСТ 8639-82) и прямоугольных (ГОСТ 8645-68) стальных труб
- составной сложной конструкции из швеллеров и листов.

Для расчетов приспособлений на жесткость дана выдержка из учебного пособия: Колганов И.М., Филиппов В.В. «Проектирование приспособлений, прочностные расчеты, расчет точности сборки»: Учебное пособие. – Ульяновск: УлГТУ, 2000. – 99с. Страница 32, 38, 45, 50. НАГРУЖЕНИЕ И ДЕФОРМАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ СБОРОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ, таблица 5.1 стр.38 и таблица 6.1 стр.50

При прочностных расчетах требуется определить жесткость элементов конструкции, гарантирующую их деформации не выше допустимых, и прочность элементов крепления несущей системы приспособления. Таким образом, расчету подлежат каркасы СП. Необходимо добавить рисунок приспособления.

Для упрощения расчетов допустимых нагрузок и деформаций элементов сборочного приспособления, производится расчет на прогиб верхней продольной балки под воздействием распределенной нагрузки, действующей от веса рубильников, массы самой балки, рамы для фиксации рубильников в отведенном положении, элементов конструкции сборочного узла и сосредоточенных сил под действием винтовых фиксаторов с кронштейнами БО и ОСБ.

Для проведения расчетов строится схема нагружения балки в виде схематичного рисунка балки, опор, приложенных факторов нагружения (сил, моментов, распределенной нагрузки) и реакций опор. Приспособление рамного типа по своей структуре является уже видом балки как рама, однако в качестве упрощения будет взята только верхняя палка, которая опирается заделкой по стыкам с элементами рамы. Данный подход в том числе позволит избежать образования продольных (горизонтальных) сил и реакций.

Для визуального анализа напряженности отдельных участков и сечений балки для выбранной схемы нагружения строятся эпюры поперечных сил и изгиба.

На рисунке 3.2 представлен пример схемы нагружения балки и эпюры на электронном ресурсе <https://sopromatguru.ru/beam/>.

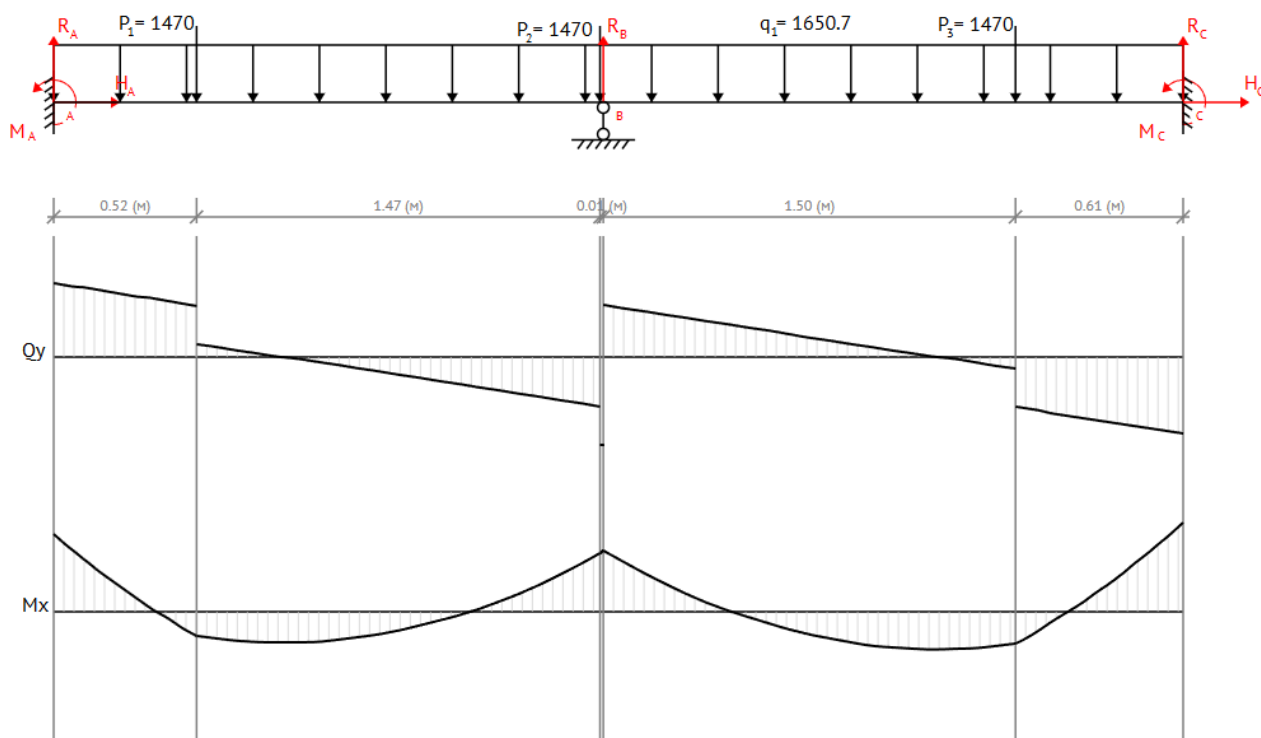


Рисунок 3.2 – Схема нагружения и эпюра верхней балки приспособления

Типовые схемы нагружения балок представлены на рисунке 3.3. Приведенная схема нагружения представлена в примере.

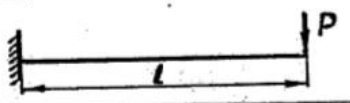
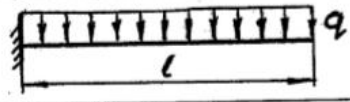
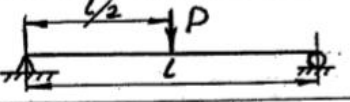
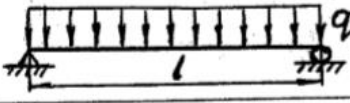
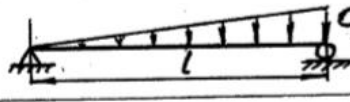
№ № п/п	Вид нагрузки и тип опор	A	k	k/A
1		1/3	1	3
2		1/8 (P = ql)	1/2 (P = ql)	4
3		1/48	1/4	12
4		5/384 (P = ql)	1/8 (P = ql)	9,6
5		0,01304 (x=0,519) (P = ql/2)	0,128 (x=0,577) (P = ql/2)	9,8

Рисунок 3.3 – Схемы нагружения балок и способы закрепления

Определить A для своего вида нагружения по таблице 5.1 страница 38 Колганов И.М., Филиппов В.В. "Проектирование приспособлений, прочностные расчеты, расчет точности сборки".

Допустимое значение прогиба балки примем $f_{\text{доп}} =$ до 0,4 мм. Минимальное и рекомендуемое значение прогиба должно составлять $f_{\text{доп}}=0,1$ мм.

Величина прогиба балки f (смотреть формулу 6.1 страница 45 Колганов И.М., Филиппов В.В. "Проектирование приспособлений, прочностные расчеты, расчет точности сборки") рассчитывается по формуле 3.1.

$$f = A \times \frac{P \times l^3}{EJ_x}, \quad (3.1)$$

где:

P – величина нагрузки, Н;

l – длина балки между опорами, м;

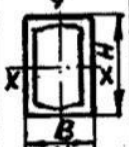
EJ_x – жесткость профиля, Нсм² (Нм²), определяется по таблице для швеллеров, для труб методика расчета будет представлена ниже;

A – коэффициент, зависящий от вида нагрузки на опору, определяется по таблице.

Определить EJ_x швеллера для своего вида нагружения по таблице 6.1 страница 50 Колганов И.М., Филиппов В.В. «Проектирование приспособлений, прочностные расчеты, расчет точности сборки».

Таблица 6.1

Типы и рекомендуемые сечения швеллерных балок

Тип Балки	№ швеллера	12	14а	16а	18а	20а	24а	27	30
	№ сечения	1	2	3	4	5	6	7	8
	параметры								
	H, мм	120	140	160	180	200	240	270	300
	B, мм	104	124	136	148	160	190	190	200
	$EJ_x \cdot 10^7, \text{Н} \cdot \text{м}^2$	0,13	0,23	0,35	0,50	0,70	1,34	1,75	2,44
	$EJ_y \cdot 10^7, \text{Н} \cdot \text{м}^2$	0,09	0,16	0,22	0,30	0,40	0,74	0,83	1,08
$q \cdot 10, \text{Н/м}$	20,9	26,7	30,6	34,9	39,6	51,7	55,3	63,6	

Расчет жесткости профиля EJ_x для квадратных и прямоугольных труб ведется по непосредственным параметрам данного значения. E – это модуль упругости материала, который имеет для каждой марки постоянное значение и вычисляется по справочникам и измеряется в МПа. J_x – это момент инерции сечения, отражающий распределение площади относительно оси, характеризует способность сечения сопротивляться изгибу. Момент инерции по осям можно узнать в ГОСТ трубы в табличных данных. Важно привести значения расчета к единым единицам измерения. Модуль упругости материала Ст3 $E=210 \times 10^9$ Па; для трубы сечением $140 \times 120 \times 9$ момент инерции $J_x=1135 \times 10^{-8} \text{ м}^4$. Важно! Для прямоугольных труб в ГОСТ задано направление осей X по короткой стороне, а Y по длинной, что отличает расположение балки в приспособлении. При этом при постановке балки на приспособление система координат определяется относительно общей системы приспособления. Таким образом оси ГОСТ и оси приспособления не совпадают.

Величина нагрузки P , действующая на двухопорную балку определяется по формуле 3.2

$$P = \sum m \times g = (m_{\text{узла}} + m_{\text{б}} + m_{\text{эл}} + m_{\text{в.р.}} + m_{\text{в.ф.}}) \times g, \quad (3.2)$$

Если по доступным вариантам сечений балок невозможно вписаться в установленные пределы допустимого прогиба, то возникает необходимость добавления третьей опоры. Балка с 3-мя и более опорами будет относиться к многопролетным неразрезным балкам. Подробно про методы расчета таких балок описано в пособии «Расчет статически неопределимых балок» Гончарова С.В., Югова М.В. страница 24 про метод трех моментов, который будет взят за основу и иметь упрощения.

Внутри рамы третью опору вставить не выйдет, потому она будет выноситься в сторону и крепиться консольно. Расчет таких креплений значительно усложняется, однако условно балку консоли для упрощения, при условии обеспечения тех же размеров, что и сама расчетная балка, будем принимать достаточной.

Расчет трех опорной системы необходимо произвести через распределенную нагрузку и расчет отдельных приложенных сил на каждый участок между опор. В качестве упрощения для расчета именно жесткости балки будут учтены только действующие силы без реакций, так как последние

приложены в опорах и не вызывают дополнительных деформаций ослабленных участков.

Первым делом определяется от общей нагрузки величина распределенной нагрузки по длине балки по формуле 3.3.

$$q = \frac{P}{l}, \quad (3.3)$$

Найденную распределенную нагрузку мы переводим в действующие силы по каждой части балки между опор. Схема нагрузки такой балки представлена на рисунке 3.4.

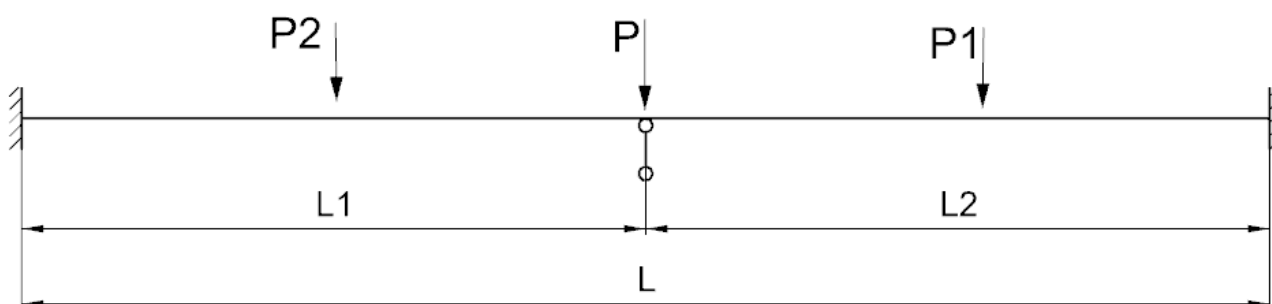


Рисунок 3.4 – Схема нагружения балки с 3-мя опорами

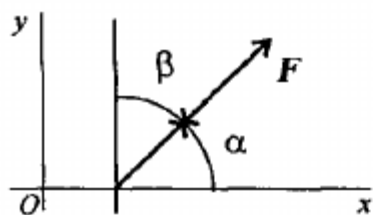
Нагрузка на каждом участке пролета между опор будет рассчитана приложенная нагрузка от распределенной нагрузки всей балки по формуле 3.4.

$$P_i = q \times L_i, \quad (3.4)$$

Расчет прогиба балки ведется по наибольшей приложенной силе в пролёте.

Некоторые приспособления, для сборки узлов со значительным отличием соотношения сторон, могут иметь наклонную верхнюю балку. Такая балка рассматривается в своей системе координат как обычная, однако нагрузка будет действовать под углом. Согласно основному курсу технической механики любая наклонная сила P раскладывается на систему сил по проекциям на оси P_x и P_y .

На рисунке 3.5 представлена проекция силы на ось и их расчет.



$$F_x = F \cos \alpha > 0;$$

$$F_y = F \cos \beta = F \sin \alpha > 0.$$

Рисунок 3.5 – Проекция силы на ось и их расчет

Нагрузка, вызывающая прогиб балки, определяется только из проекции силы на ось У. Расчет нагрузки по оси У представлен на рисунке 3.6 и проводится по формуле 3.5.

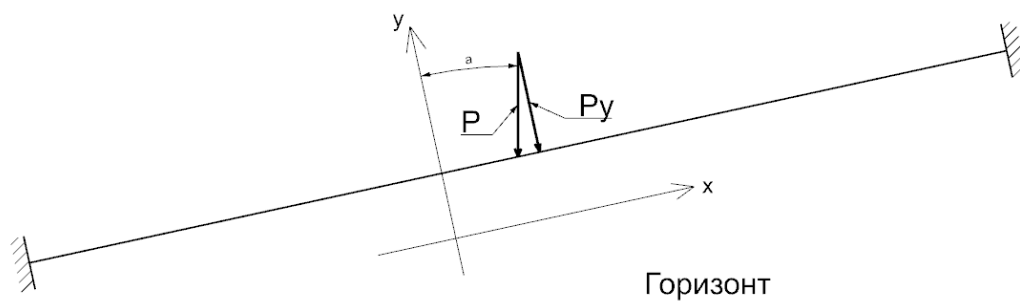


Рисунок 3.6 – Схема расчет нагрузки по оси У.

$$P_y = P \times \cos a, \quad (3.5)$$

Данные для расчета сводим в таблицу, аналогичную таблице 3.8 с указанием актуальной расчетной информации.

Таблица 3.8 – Исходные данные для расчета жесткости сборочного приспособления (название узла)

Наименование	Числовое значение	Единицы измерения
1	2	3
Допустимое значение прогиба, $f_{\text{доп}}$	до 0,4	мм
Исходное сечение балки из швеллера или размеры трубы	№18а	
Длина расчетной балки, l	2,3	м
Масса узла, $m_{\text{узла}}$	12,6	кг
Масса нагружаемой балки, m_b	110	кг
Масса навешанных на балку элементов, $m_{\text{эл.}}$	475,4	кг
Масса верхней рамы, $m_{\text{в.р.}}$	77,86	кг
Масса винтовых фиксаторов на верхней балке, $m_{\text{в.ф.}}$	77,92	кг
Величина нагрузки действующей на балку, P (указывается расчетная)	по формуле 3.2	Н
Жесткость профиля, EJ_x для швеллеров	по таблице	(Н×м ²)
Модуль упругости, E для труб	по справочникам	Па
Момент инерции, J_x для труб	по ГОСТ	м ⁴
Коэффициент, зависящий от вида нагрузки на опору А	по таблице	-

Определяем величину расчетного прогиба балки, сравниваем с допустимым значением и делаем вывод.

Пример:

Величина нагрузки P , действующей на балку рассчитывается по формуле:

$$P=(475,4+110+12,6)\cdot 9,8=5860,4 \text{ Н}$$

Определим величину прогиба балки:

$$f=\frac{5\times 5860,4\times 2,3^3}{384\cdot 0,5\cdot 10^7}=0,000186 \text{ м}=0,186 \text{ мм}$$

3.5 Разработка раздела «4 Организация и управление работой участка сборки узла»

3.5.1 Расчет трудоемкости сборки узла (подраздел 4.1 ПЗ)

Трудоёмкость на заданный узел определяется нормированием технологического процесса. Для определения затрачиваемого времени на выполнение технологического процесса пользуются расчётом нормы штучно-калькуляционного времени.

Норма времени – это количество рабочего времени, необходимого для выполнения единицы работы (одна операция, изделие и т.д.) одним или группой рабочих определенной численности и квалификации в заданных организационно-технических условиях.

Штучно-калькуляционное время $T_{\text{шк}}$ – технически обоснованная норма времени выполнения технологической операции в определённых организационно-технических условиях, наиболее благоприятных для данного типа производства.

В качестве единицы определения $T_{\text{шк}}$ используют штучное времени, которое рассчитывается на технологические операции.

Норма штучного времени ($T_{\text{шт}}$) – это необходимые затраты рабочего времени на выполнение единицы работы (операции/перехода) без учета подготовительно-заключительного времени.

Подготовительно-заключительное время – время, необходимое на подготовку к выполнению данного задания, и действия, связанные с его окончанием (получение задания, инструмента, ознакомление с чертежами, инструктаж, установка и снятие инструмента и приспособлений). Это время затрачивается единожды на всю работу (партию, задание и т. д.).

Штучное время включает в себя оперативное время, время обслуживания рабочего места, время на отдых и личные потребности и время на нерегламентированные перерывы. Время обслуживания рабочего места состоит из двух показателей: времени технического обслуживания рабочего места и времени на поддержание рабочего места в рабочем состоянии. Для агрегатно-сборочного производства время обслуживания рабочего места, время на отдых и

личные потребности и время на нерегламентированные перерывы может указываться в процентах от оперативного времени.

Расчёт штучного времени выполняется по формуле (в пояснительной записке формула 4.1):

$$T_{шт} = T_{оп} \left(1 + \frac{a_{об.тех} + a_{об.орг} + a_{отл} + a_{пт}}{100} \right) \quad (4.1)$$

где:

$T_{оп}$ – оперативное время;

$a_{об.тех}$ – коэффициент, учитывающий время на техническое обслуживание рабочего места. То есть при выполнении данной конкретной работы (смена затупившегося инструмента, регулировка оборудования, сметение стружки, удаление отходов). Принимаем в пределах $a_{об.тех} = 35 \dots 45$.

$a_{об.орг}$ – коэффициент, учитывающий время на поддержание рабочего места в рабочем состоянии в течении смены. Принимаем в пределах $a_{об.орг} = 45 \dots 55$.

$a_{отл}$ – коэффициент, учитывающий время на отдых и личные надобности. Принимаем в пределах $a_{отл} = 40 \dots 50$.

$a_{пт}$ – коэффициент, учитывающий время на нерегламентированные перерывы, вызванные в течении производственного процесса (неисправность оборудования, отсутствие электроэнергии, нарушение трудовой дисциплины). Принимаем в пределах $a_{пт} = 0 \dots 30$.

Коэффициенты берутся в зависимости от сложности технологического процесса. Сложность определяется применяемым инструментом и оснасткой, количеством деталей и требованиями по постоянной смене инструмента. Для малого объема работ без постоянной смены инструмента можно взять минимальные коэффициенты. Для техпроцесса, где много применяемого инструмента, постоянно присутствуют перестановки инструмента, и смена объектов производства лучше брать коэффициенты максимальными.

Оперативное время $T_{оп}$ – это время, затрачиваемое на выполнение перехода сборки узла, состоит из двух показателей (в пояснительной записке формула 4.2):

$$T_{оп} = T_о + T_в, \quad (4.2)$$

где:

$T_о$ – основное время, то есть время на качественное и/или количественное изменение труда, т.е. время непосредственного выполнения переходов сборки (суммарное по всем переходам техпроцесса).

$T_в$ – вспомогательное время, обеспечивающее выполнение основной работы (передвижения рабочего во время выполнения перехода, действия по управлению оборудованием, перестановка инструмента и т.д.).

Показатели $T_о$ и $T_в$ определяются по таблице 3.5.

Таблица 3.9 – Нормы времени для переходов сборки клепаных узлов

Нормирование операции	Единица измерения	Норма времени Т _о , мин	Норма времени Т _в , мин
1	2	3	4
Снятие упаковки	1 деталь	0,15	0
Контроль количества и номенклатуры деталей. Проверка и внешний осмотр деталей (осмотр детали для выявления забоин, механических повреждений и других недопустимых дефектов, а также проверка наличия клейм, маркировок)	1 деталь	0,3	0
Установка (снятие) деталей в сборочном приспособлении по ложементам, установочной линейке, БО, КФО, ОСБ др.	1 деталь	0,5	1
Установка (снятие) деталей в сборочное положение совмещением СО	1 деталь	0,3	1
Фиксация деталей технологическим крепежом, прижимами, фиксаторами, рубильниками и др. фиксирующими элементами и снятие фиксации	1 фиксирующий элемент	0,2	0,5
Разметка местоположения детали	1 деталь	0,5	0,5
Разметка осей крепежных элементов	1 ось	0,35	1
Кернение	1 отверстие	0,1	0,3
Сверление НО, рассверливание СО, сверление по разметке	1 отверстие	0,15	0,1
Зенкование гнезд под потайные головки	1 отверстие	0,1	0,1
Удаление заусенцев по кромкам отверстий	1 деталь на каждые 500 мм	0,2	0,5
Очистка от стружки	1 деталь	0,5	0,5
Контроль отверстий и зенковки гнезд под потайные заклепки (10% от шва)	1 отверстие или одно гнездо	0,1	0,3
Установка заклепок в отверстия (с учетом обезжиривания заклепок, нанесения грунтовки на стенки отверстий или тело заклепки, установки заклепок в отверстия)	1 отверстие	0,4	0,3
Установка болтового соединения (с учетом установки гайки, шайбы и затяжки)	1 отверстие	0,5	0,3
Клепка на прессе, пневмомолотком, пневмоскобой	1 отверстие	0,2	0,3
Автоматическая клепка	1 шов	0,5	1
Фрезерование закладных головок потайных заклепок	1 шов	0,25	0,5
Герметизация швов с учетом обезжиривания поверхности, нанесения герметика и очистки от излишков герметика	1 поверхность, шов	3,55	2

Продолжение таблицы 3.9 – Нормы времени для переходов сборки клепаных узлов

1	2	3	4
Обрезка техприпусков, приливов, зачистка поверхностей, восстановление покрытия эмалью	1 техприпуск, прилив	1,3	1
Контроль прилегания деталей, швов, закладных и замыкающих головок заклепок и др.	1 деталь	0,5	0,5
Покрывание грунтовкой головок заклепок, выходящих на теоретическую поверхность.	1 шов	0,05	0,3
Маркировка узла краской	1 узел	0,5	0,3
Выем узла из приспособления	1 узел	0,6	5

Нормирование технологического процесса для сборки узла представляем в виде таблицы 4.1 в ПЗ или в формате расчета электронной таблицы (например Excel) по шаблону и примеру на рисунке 3.7. Шаблон расчета для Excel представлен на диске У в папке ВКР.

Таблица 4.1 в пояснительной записке – Норма оперативного времени для сборки (наименование узла)

Номер операции/перехода	Наименование операции/перехода	Т _о	Т _в	Кол-во деталей (шт)	п кол-во рабочих (чел)	ΣТ _о (мин)	ΣТ _в (мин)
		на одну деталь (мин)	на одну деталь (мин)				
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Снятие упаковки	0,15	0	5	1	0,75	0
2	Контроль количества и номенклатуры деталей. Проверка и внешний осмотр деталей	0,3	0	5	1	1,5	0
3	Установка детали поз. 1 в сборочном приспособлении по БО	0,5*2	1*2	1	1	1	2
	...						
	Итого:					480	8

Столбец 1 «Номер операции/перехода» должен соответствовать таблице 2.3 технологического процесса сборки узла. Если переходы из таблицы 2.3 делятся на два или более перехода, ячейки номера для них объединяем.

Нормы времени выбирается из таблицы 3.5 «Нормы времени для переходов сборки клепаных узлов» (упрощенный в учебных целях вариант), причем содержание операций и переходов сборки узла должно соответствовать схеме сборки и технологическому процессу (допускается совмещение типовых

переходов, например: «Установка деталей поз. 2-6 (либо наименование деталей) по СО»).

Количество деталей должно соответствовать спецификации.

Количество одновременно работающих по каждой операции или переходу определяются по опыту, на каждой операции или переходе должно быть максимально возможное количество рабочих, параллельно выполняющих сборку и не мешающих друг другу в работе.

Рассчитываем по таблице T_o и T_v для каждого перехода (суммарное) на узел в минутах.

Пример:

На переход снятие упаковки $T_o = 0,15$ мин на одну деталь, количество деталей по спецификации 5 шт., количество рабочих, участвующих в данной операции 1 человек.

Следовательно основное оперативное время суммарное получаем произведением $T_o = 0,15 \times 5 \times 1 = 0,75$ минут.

Аналогично выполняется для расчета T_v и вносится в таблицу.

Далее по вышеуказанным формулам:

- находим оперативное время $T_{оп}$ для каждого перехода в часах;
- находим штучное время $T_{шт}$ в нормочасах для каждого перехода и вносим в таблицу по примеру.

Пример:

$$T_{оп} = 1 + 2 = 3 \text{ мин} = 0,05 \text{ час}$$

$$a_{об. мех} = 45$$

$$a_{об. орг} = 55$$

$$a_{отл} = 50$$

$$a_{шт} = 30$$

$$T_{шт} = 0,05 \left(1 + \frac{45+55+50+30}{100} \right) = 0,09 \text{ часов.}$$

Таблица 4.2 – Норма штучно-калькуляционного времени для сборки узла в нормочасах

Номер операции/перехода	Наименование операции/перехода	Оперативное время $T_{оп}$ (час)	Штучное время $T_{шт}$ (н/час)
1	2	4	5
1	Снятие упаковки	0,0125	0,0225
2	Контроль количества и номенклатуры деталей. Проверка и внешний осмотр деталей	0,025	0,045
3	Установка детали поз. 1 в сборочном приспособлении по БО	0,05	0,09

	...		
	Итого:		

Норма штучно-калькуляционного времени рассчитывается по формуле 4.3 в пояснительной записке.

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{шт}} + T_{\text{пз}}, \quad (4.3)$$

где:

$T_{\text{пз}}$ – подготовительно-заключительное время;

n – количество изделий в партии, для сборочного производства равно 1.

Для определения времени выполнения той или иной операции, по которому производится подсчет стоимости изготовления детали, к штучному времени необходимо прибавить часть так называемого подготовительно-заключительного времени, приходящегося на одну сборочную единицу. Таким образом расчет производится на всю сборку.

Подготовительно-заключительным $T_{\text{пз}}$ называется время, необходимое для изучения чертежа детали, операционной карты, получения и сдачи инструментов, требующихся для выполнения данной операции, наладки оборудования, сохраняющейся при обработке всей партии изделий. Расчёт подготовительно-заключительного времени будет выполняться на основе коэффициента $a_{\text{пз}}$ по формуле 4.4 в пояснительной записке.

$$T_{\text{пз}} = T_{\text{оп}} \times \left(1 + \frac{a_{\text{пз}}}{100}\right), \quad (4.4)$$

$a_{\text{пз}}$ – коэффициент, учитывающий время на подготовку к выполнению заданной работы и действий, связанных с окончанием работ (получение и сдача наряда, инструментов, приспособлений, технологической документации, ознакомление с чертежами, инструктаж, предъявление в контроль и т.д.). Принимаем в пределах $a_{\text{пз}} = 80...120$. Если сборка большая, инструмента требуется много, то коэффициент берем больше и наоборот.

На основании проведенных расчетов формируем вывод.

3.5.1.1 Разработка циклового графика (подраздел 4.2 ПЗ)

На предприятии одним из важных измерителей качества организации производственного процесса во времени является продолжительность производственного цикла изготовления (сборки) узла.

Производственный цикл – время изготовления (сборки) изделия от запуска исходных материалов в производство, до их превращения в законченное изделие.

Производственный цикл состоит из технологического времени, затраченного непосредственно на изготовление (сборку), времени контроля, времени транспортировки, времени на естественные процессы (сушка, старение,

полимеризацию и т.п.). Чем короче производственный цикл, тем меньше затрат на производство заданной продукции.

Производственный цикл наиболее продолжителен при последовательном выполнении работ, при последовательно-параллельном выполнении работ производственный цикл короче. Наименьший по времени производственный цикл при параллельном выполнении работ.

Цикловой график разрабатывается по утвержденной форме и в нём содержится:

- краткий перечень и последовательность выполнения операций (согласно схеме сборки, технологического процесса и таблице норм оперативного времени);
- трудоёмкость (норма времени $T_{шк}$) на выполнение каждой операции в нормочасах (согласно таблицы норм штучного времени);
- количество одновременно работающих на каждой операции (согласно таблице норм оперативного времени). Данное значение по операциям берется средним по переходам;
- длительность цикла сборки узла в графическом изображении;
- цикл (в принятом масштабе времени) – в минутах, часах, сменах, днях.

Длительность цикла по каждой операции определяется по формуле 4.5:

$$Z = \frac{T_{шк}}{n \times k}, \quad (4.5)$$

где:

$T_{шк}$ – штучно-калькуляционное время;

n – количество рабочих, одновременно работающих по данной операции;

k – коэффициент перевыполнения норм (1,05 – 1,15).

Цикловой график сборки выполняется на формате А3 под номером ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ.300.ЦГ.

Отдельно в цикловом графике учитывается время на контрольные операции БТК, так как они не входят в расчет фонда времени выполнения сборки, но являются обязательной нормой при определении цикла сборки. Для его расчета значение $T_{шт}$ берется от 3 до 5 нормочасов, в зависимости от объема контрольных работ и выполняется одним рабочим.

Пример оформления циклового графика показан ниже.

ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ.300.ЦГ						
Наименование операции	Тшт	п	Z	1 смена	2 смена	3 смена
1. Внешний осмотр деталей				▣		
2. Установка деталей в сборочное положение				▣	▣	
3. Сверление по НО, зенкование, снятие заусенцев					▣	
4. Клепка						▣
5. Контроль						▣
Итого						

				ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ.300.ЦГ				
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Цикловой график сборки (наименование узла)	Лист	Масса	Масштаб
Разработал		Фамилия И.О.						
Руководит		Фамилия И.О.						
Н.контр.пр.		Фамилия И.О.						
Рецензент		Фамилия И.О.						
						Лист	Листов	
						ГБПОУНО "ИИТ" С-ХХ-Х		

3.5.2 Расчет годового фонда рабочего времени (подраздел 4.3 ПЗ)

Определяем годовую программу выпуска изделий при условии односменного рабочего дня при 40-часовой рабочей неделе. При расчете необходимо учитывать действительный годовой фонд рабочего времени F_d , который рассчитывается предприятием каждый год и публикуется в производственном календаре.

На текущий год F_d при 8-ми часовом рабочем дне и 5-ти дневной рабочей неделе необходимо согласовать с данными в интернете на текущий год.

Годовой расчетный выпуск изделий $N_{пр}$ – определяется исходя из производственных мощностей участка и наиболее рационального использования оборудования. Рассчитывается по формуле 4.6.

$$N_{пр} = \frac{F_d \times K_3}{T_{шк} \times (1 - \alpha)}, \quad (4.6)$$

где:

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени, ч;

K_3 – коэффициент загрузки оборудования (принимается равным 0,85);

$T_{шк}$ – штучно-калькуляционное время, ч;

α – коэффициент потерь времени на переналадку оборудования (принимается равным 0,05).

Формируем вывод.

3.5.3 Организация производственного участка на сборку узла для серийного производства и организация рабочего пространства (подраздел 4.4 ПЗ)

3.5.3.1 Выбор необходимого состава персонала

Большое влияние на производительность труда и качество продукции имеет правильно организованное обслуживание рабочего места материалами, деталями, приспособлениями, инструментом, технической документацией; обеспечение текущего ремонта и надзора за оборудованием; уборка рабочего места.

Для серийного производства система обслуживания рабочего места имеет вид, указанный в таблице по примеру.

Пример:

Для серийного производства система обслуживания рабочего места имеет вид, указанный в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Обслуживание рабочего места участка для сборки узла

Ответственный за обслуживание	Функция обслуживания	Основание
1	2	3
ПДБ	Обеспечение технической документацией, материалами, транспортом	Технологический процесс и производственно-диспетчерские графики
Мастер	Выдача заданий и систематический инструктаж рабочего	Производственно-диспетчерские графики
ИРК	Обеспечение инструментом и приспособлениями	Технологический процесс и графики принудительной смены инструмента
Архив	Обеспечение чертежами и техническими условиями	Технологический процесс и производственно-технические графики
Техбюро (техотдел)	Обеспечение технологическими процессами, решение инженерных задач	КД (конструкторская документация); ТД (технологическая документация); НД (нормативная документация)
БТК	Обеспечение контроля качества сборки изделий	По каждому изделию

3.5.3.2 Определение производственной площади участка сборки узла

Производственная площадь состоит из:

- площади под сборочные приспособления и верстаки (по чертежам);
- площади для проходов, а при необходимости и проездов внутрицехового транспорта;
- площади под стеллажи для межоперационного хранения (при необходимости) подборок сборочных узлов;
- площади выполнения иных операций, таких как зона клепки, зона контроля и т.д. (при необходимости).

Все названные площади кроме площади под проходы и проезды определяются расчетным путем по формуле 4.7 в ПЗ:

$$S_{\text{пр.пл.}} = \sum (\sum S_{\text{пр.ст.}} + \sum S_{\text{пр.в.}} + \sum S_{\text{м.оп.х.}} + \text{т.д.}), \quad (4.7)$$

где:

$S_{\text{пр.пл.}}$ – производственная площадь участка (м^2);

$S_{\text{пр.ст.}}$ – производственная площадь под приспособления;

$S_{\text{пр.в.}}$ – производственная площадь под верстаки;

$S_{\text{м.оп.х.}}$ – площадь для размещения стеллажей и подборок.

Производственная площадь под приспособление $S_{\text{пр.ст.}}$ определяется по формуле 4.8:

$$S_{\text{пр.ст.}} = S_{\text{уд.ст.}} \times J \times N_{\text{ст.}}, \quad (4.8)$$

где:

$S_{\text{уд.ст.}}$ – удельная площадь под стпель сборочной единицы (определяется габаритами согласно сборочного чертежа приспособления с зафиксированными в поднятом положении рубильниками), м^2 ;

J – коэффициент удельной площади ($J = 2,5$)

$N_{\text{ст.}}$ – количество стпелей сборочной единицы (принимаем $N_{\text{ст.}} = 1$).

Производственная площадь под верстаки $S_{\text{пр.в.}}$, стеллажи межоперационного хранения, зоны хранения крупногабаритных деталей или зоны клепки определяется по формуле 4.9 в ПЗ.

$$S_{\text{пр.в.}} = S_{\text{уд.в.}} \times J, \quad (4.9)$$

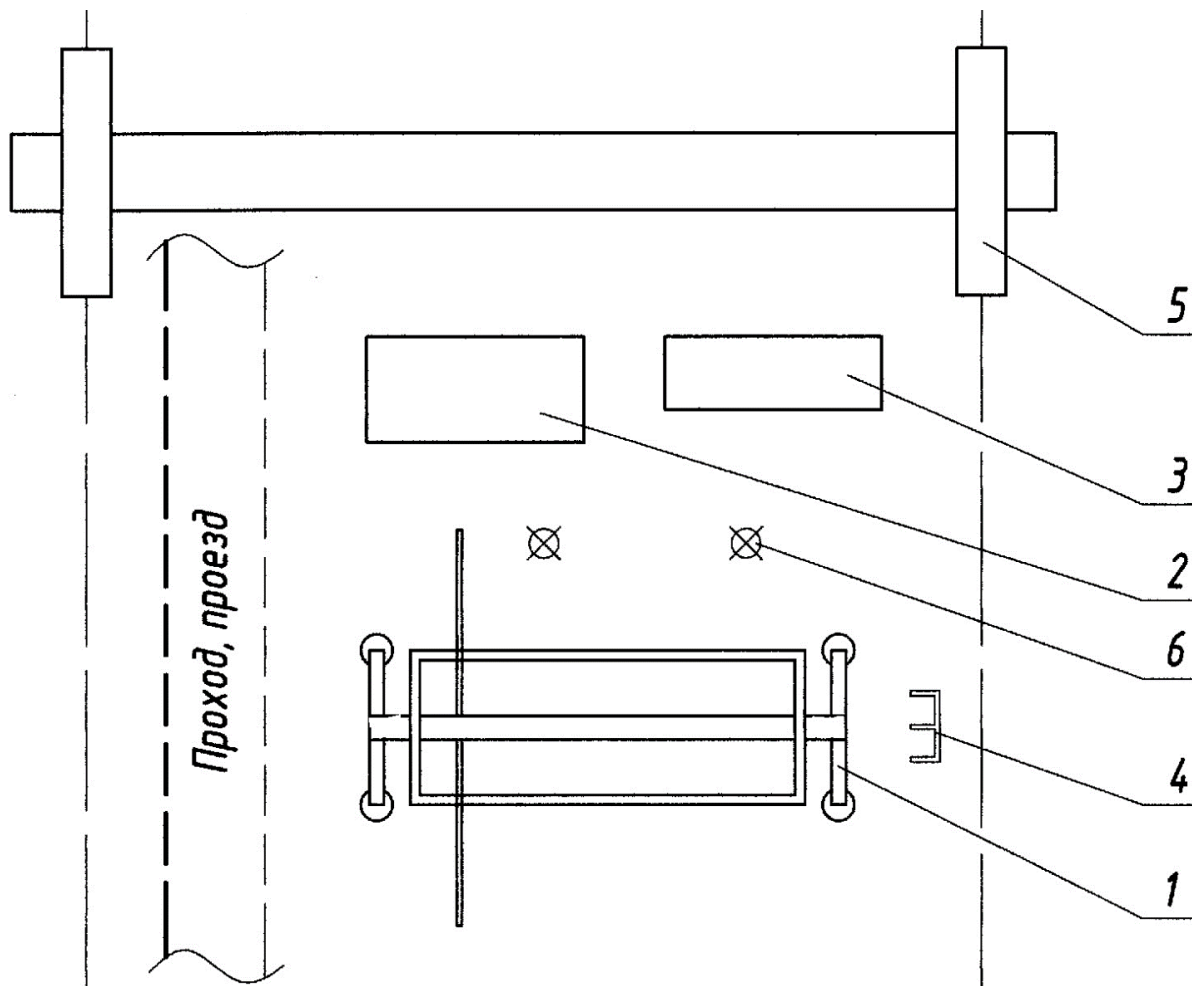
где:

$S_{\text{уд.в.}}$ – удельная площадь под верстаки сборочной единицы (определяется габаритами), м^2 ;

J – коэффициент удельной площади ($J = 2,5$).

3.5.3.3 План производственного участка

План участка по сборке узла необходимо представить на рисунке 4.1. На плане участка необходимо проставить габаритные размеры.



1 – сборочное приспособление; 2 – верстак; 3 – стеллаж для межоперационного хранения; 4 – гребенка для подвода сжатого воздуха, 5 – кран-балка, 6 – патрон ламповый подвесной.

Рисунок – План производственного участка по сборке (наименование узла)

Формируется вывод.

3.5.3.4 Организация и рационализация рабочего пространства

Расстановка оборудования на участке производится с учетом норм расстояний от оборудования до элементов зданий и границ проходов, норм минимально допустимых разрывов между технологической оснасткой и выполняется по системе 5S. Необходимо применить систему 5S на разрабатываемом производственном участке.

При описании данной части обязательно прописываются основные применяемые меры по снижению потерь. К ним могут относиться снижения времени на перемещение, снижение времени на подготовку к работе, снижение времени на лишние действия и т.д. Все мероприятия оформляются отдельными абзацами.

3.5.3.5 Транспортировка деталей и собранных узлов

В этом разделе следует сказать о транспортных потоках на участке. В первую очередь необходимо описать как организовано движение по самому участку рабочими. Какие проходы с какими площадями для работы образованы и какие размеры этих проходов.

Определить какими видами транспорта обеспечивается подвоз деталей и транспортировка крупногабаритных деталей по участку. Выбор транспортных средств зависит от характера, габаритов и веса материалов, деталей и сборочных узлов изделия. В качестве транспортных средств может применяться напольный транспорт: ручные тележки, автокары, электротележки и верхний транспорт: мостовые краны, кран-балки, эл. тельферы.

Часто для перемещения крупногабаритных деталей требуется кран-балка, а значит необходимо сформировать описание работы с краном и как обеспечиваются такелажные работы. Можно привести упрощенную схему такелажного оборудования.

3.5.3.6 Организация технического контроля

Организация технического контроля включает определение структуры и функций аппарата БТК на участке в зависимости от типа производства, применяемых инструментов и приборов, и требований к точности и качеству изделий.

Технический контроль – проверка соответствия объекта установленным техническим требованиям.

Объектом технического контроля в данном случае является наименование узла и процесс создания узла.

В штат БТК цеха входят: начальник БТК, старшие контрольные мастера, контрольные мастера и контролёры.

Контроль собираемого узла наименование узла происходит непосредственно на рабочем месте в несколько этапов:

- Входной контроль деталей и стандартных изделий;
- Операционный контроль – контроль продукции или процесса во время выполнения или после завершения технологической операции;
- Окончательный контроль.

Учащийся должен предложить конкретную систему технического контроля, в которой предусматривается:

- наличие контроля непосредственно на рабочих местах, на специальных контрольных пунктах;
- вид контроля – летучий, промежуточный, окончательный;
- объекты контроля – пооперационный контроль, итоговый (после выполнения группы последовательных операций);
- частота контроля – сплошной контроль, выборочный контроль;
- штат контролёров, который определяется по трудоёмкости контроля путём нормирования операций и переходов контроля в технологии.

Учащийся должен указать, после каких технологических операций (переходов) проводятся контрольные операции (переходы), предусматривать возможность их механизации и автоматизации, что позволит уменьшить штат контролёров, повысит качество продукции.

В конце раздела сформировать вывод по разделу.

3.6 Разработка раздела «5 Охрана труда на производственном участке»

3.6.1 Выявление опасных и вредных факторов производства на разрабатываемом производственном участке

Охрана труда – это система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

Условия труда – это совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье работника.

Охрана труда имеет огромное значение в связи с интенсивным развитием производственной сферы и появлением новых видов деятельности. Соблюдение ее принципов позволяет решить целый ряд задач, среди которых:

- гарантированная защита сотрудников предприятия от вредных и опасных факторов, влияющих на их здоровье или здоровье их потомства;
- снижение расходов на обеспечение производственного процесса;
- исключение серьезных экономических убытков из-за потери рабочего времени;
- исключение претензий и финансовых санкций контролирующих органов, призванных следить за соблюдением требований трудового законодательства;
- повышение производительности и качества труда персонала.

На предприятиях авиационной промышленности основными неблагоприятными факторами являются шум и вибрации, превышающие предельный уровень; электромагнитные и ионизирующие излучения; пары газа и пыль, превышающие установленные санитарно-гигиенические нормы. Они могут оказаться причиной профессиональных заболеваний и производственных травм. Представляют опасность движущиеся части машин, соприкосновение с которыми может нанести человеку механические повреждения. При работе с электрооборудованием могут быть травмы электрического поражения. Высокие температуры могут стать причиной ожогов. При отсутствии надлежащей защиты и комплекса оздоровительных мероприятий возможно возникновение вредных и опасных для человека ситуаций.

В данном подразделе необходимо изложить роль охраны труда в производственной деятельности человека, дать характеристику потенциально опасных и вредных производственных факторов проектируемого участка

(установки, стенда, технологического процесса, аппарата, механизма, прибора и т.п.).

Дать оценку вредности применяемого сырья и материалов.

3.6.2 Мероприятия по производственной санитарии

В данном подразделе необходимо рассмотреть основные вопросы борьбы с вредными производственными факторами, характерными для данного участка или технологического процесса (вредные пары, газы, пыль, наличие шума, вибрации, ионизирующие и электромагнитные излучения; лазерной или ультразвуковой техники и т.п.). Также возможно освещение вопросов вентиляции (СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование), уборки отходов производства. Все меры борьбы с вредными производственными факторами должны рассматриваться только в соответствии со стандартами, отраслевыми нормами и правилами.

Отдельно рекомендуется рассмотреть освещение рабочей зоны проектируемого участка сборки узла:

- ГОСТ 24940-2016 Здания и сооружения. Методы измерения освещенности.
- ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений.
- ГОСТ Р 56852-2016 Освещение искусственное производственных помещений объектов железнодорожного транспорта. Нормы и методы контроля.

3.6.3 Мероприятия по технике безопасности

В данном подразделе необходимо рассмотреть планировку участка, работающее оборудование на участке; основные предохранительные и защитные устройства для предупреждения случаев травматизма в процессе работы на опасных участках.

- ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
- ГОСТ 12.2.061-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.
- ГОСТ 12.2.062-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Ограждения защитные.
- ГОСТ 12.2.029-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Приспособления станочные. Требования безопасности.

Описать технику безопасности, при работе с применяемым при сборке инструментом.

3.6.4 Мероприятия по противопожарной защите

В самолётостроении большое значение имеет снижение массы и повышение прочности летательных аппаратов, которые эксплуатируются в самых различных климатических условиях, на малых и больших высотах, при резких перепадах температур, высоких скоростях полёта. Это требует применения лёгких и прочных материалов и их сплавов, широкого использования пластмасс и полимеров, что вызывает повышенную пожароопасность.

В технологических процессах значительный удельный вес имеют сварочные работы, пайка, клеевые работы, термообработка материалов и деталей с высоким нагревом и различными режимами охлаждения на воздухе, в жидкостных ваннах и инертных газах. Широко применяются лакокрасочные покрытия, консервация и расконсервация деталей, узлов с применением пожароопасных жидкостей.

Поэтому в этом подразделе необходимо рассмотреть:

- СП 56.13330.2011 Производственные здания.
- СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические.
- ГОСТ Р 53291-2009 Техника пожарная. Переносные и передвижные устройства пожаротушения с высокоскоростной подачей огнетушащего вещества. Общие технические требования.
- ГОСТ 26342-84 Средства охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. Типы, основные параметры и размеры.
- ГОСТ Р 51043-2002 Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Оросители. Общие технические требования.

3.7 Разработка раздела «Заключение»

В этом разделе учащийся подводит итоги, проведенной работы.

3.8 Разработка раздела «Перечень применяемых аббревиатур, сокращений»

Учащийся составляет перечень сокращений и обозначений, которые встречаются в тексте пояснительной записки и при выполнении чертежно-графической части дипломного проекта. Пример оформления можно посмотреть в данной методичке ниже на странице 53.

3.9 Разработка раздела «Список используемых источников»

Учащийся приводит список литературы, которой пользовался при работе над дипломным проектом. Оформляется согласно МУ по выполнению курсового и дипломного проекта.

3.10 Разработка раздела «Приложение. Графические и текстовые документы»

В данном разделе учащийся перечисляет графические и текстовые документы, которые прилагаются к пояснительной записке.

Пример:

Приложение. Графические и текстовые документы

1. Сборочный чертеж (<i>наименование узла</i>) ДП.24.02.01.ХХ.ХХ.ХХ.100.СБ	Формат А1 – 1 лист
2. Спецификация к сборочному чертежу узла (<i>наименование узла</i>) ДП.24.02.01.ХХ.ХХ.ХХ.100	Формат А4 – _ листов
3. Сборочный чертеж приспособления для сборки узла (<i>наименование узла</i>) ДП.24.02.01.ХХ.ХХ.ХХ.200.СБ	Формат А1 – 1 лист
4. Спецификация к чертежу сборочного приспособления (<i>наименование узла</i>) ДП.24.02.01.ХХ.ХХ.ХХ.200	Формат А4 – _ листов
5. Чертеж детали сборочного узла ДП.24.02.01.ХХ.ХХ.ХХ.100.ХХ	Формат А3 – 2 листа
6. Чертеж детали сборочного узла ДП.24.02.01.ХХ.ХХ.ХХ.100.ХХ	Формат А4 – 1 лист
7. Чертеж детали сборочного приспособления ДП.24.02.01.ХХ.ХХ.ХХ.200.ХХ	Формат А4 – 1 лист
8. Цикловой график сборки ДП.24.02.01.ХХ.ХХ.ХХ.300.СБ	Формат А3 – 1 лист
9. Перечень замечаний нормоконтролера	Формат А4 – 2 листа

Обратите внимание, что чертежи выполняются в электронном варианте. В пояснительную записку вшиваются штампы чертежей и спецификации к сборочному чертежу узла и чертежу сборочного приспособления. Лист замечаний нормоконтролера вкладывается в пояснительную записку.

Листы данного раздела в нумерацию пояснительной записки не включаются.

4 Разработка чертежно-графической части

При разработке чертежно-графической части рекомендуется использовать следующие САПР: Unigraphics, NX, Inventor, AutoCAD, Компас. Более подробно дано описание в приложении В.

4.1 Требования к сборочным чертежам

- 1) Чертеж выполнен на формате А1 (ГОСТ 2.301-68) с основной надписью по ГОСТ 2.104-2006;
- 2) Тема и вариант в соответствии с приказом;
- 3) К чертежу прилагается заполненная спецификация по форме 2 и 2а ГОСТ 2.106-2019;
- 4) Данные в спецификации, записанные в графе материалы, соответствуют указанным стандартам и чертежу, а так же информации в пояснительной записки;
- 5) Чертеж выполнен согласно ГОСТ 2.109-73 Основные требования к чертежам;
- 6) На чертеже указаны позиции деталей по спецификации по ГОСТ 2.109-73;
- 7) Графика чертежа полностью отражает конструкцию разработанного узла;
- 8) Для основного вида задано направление полета, вид изнутри/снаружи, правый/левый борт, правый/левый агрегат;
- 9) На чертеже заданы и подписаны теоретический контур и базовые оси (либо дистанции от базовых осей), в соответствии с расположением узла на самолете;
- 10) В чертеже показано наименьшее количество видов, разрезов, сечений, обеспечивающих полное представление об узле;
- 11) Для б/ч деталей допускается не задавать размеры, необходимые для изготовления этих деталей, за исключением обозначений стандартных конструктивных элементов отбортовка, рифт, выдавка (ГОСТ 17040-80), стрингерный вырез (ОСТ 1 03948-79), подсечка (ОСТ 1 52468-80 и ОСТ 1 03668-90). Дать размеры угловых вырезов
- 12) Типы и толщины линий по ГОСТ 2.303-68;
- 13) Шрифты по ГОСТ 2.304-81;
- 14) Масштабы видов и сечений по ГОСТ 2.302-68;
- 15) Графическое обозначение материалов (штриховка) по ГОСТ 2.306-68;
- 16) Крепежные элементы в чертеже показаны условно (оси). Для них указаны необходимые размеры перемычек и шагов. Для заклепочных соединений, согласно ОСТ 1 00016-71;
- 17) Технические требования по ГОСТ 2.316-2008. Первым пунктом дать информацию: “Изготавливать по данным ЭМД (ЭМСП для сборочного приспособления), созданных в системе _____.”- для бесплазового метода увязки и “Изготавливать по данным геометрической увязки.”- для плазово-шаблонного метода;

- 18) Маркировка и клеймение (для деталей б/ч и узла) по ГОСТ 2.314-68.
- 19) Обозначение шероховатости по ГОСТ 2.309-73 (достаточно общего обозначения для всех деталей в верхнем правом углу чертежа), шероховатость задавать по шкале Ra.

4.2 Требования к чертежам деталей

- 1) Чертеж выполнен на формате А3 или А4 (ГОСТ 2.301-68) с основной надписью по ГОСТ 2.104-2006;
- 2) Обозначение, наименование и материал в соответствии со спецификацией на сборочный чертеж;
- 3) Чертеж выполнен согласно ГОСТ 2.109-73 Основные требования к чертежам;
- 4) Графика чертежа полностью отражает конструкцию детали и ее конструктивных элементов;
- 5) Для основного вида задано направление полета, вид изнутри/снаружи, правый/левый борт;
- 6) На чертеже заданы и подписаны теоретический контур и базовые оси (либо дистанции от базовых осей), в соответствии с расположением узла на самолете;
- 7) В чертеже показано наименьшее количество видов, разрезов сечений, обеспечивающее полное представление о детали;
- 8) Для детали указаны все размеры, необходимые для изготовления, в том числе обозначения стандартных конструктивных элементов отбортовка, рифт, выдавка (ГОСТ 17040-80), стрингерный вырез (ОСТ 1 03948-79), подсечка (ОСТ 1 52468-80 и ОСТ 1 03668-90)
- 9) Типы и толщины линий по ГОСТ 2.303-68
- 10) Шрифты по ГОСТ 2.304-81
- 11) Масштабы видов и сечений по ГОСТ 2.302-68
- 12) Графическое обозначение материалов (штриховка) по ГОСТ 2.306-68
- 13) Технические требования по ГОСТ 2.316-2008. Первым пунктом дать информацию: “Изготавливать по данным ЭМД (ЭМСП для сборочного приспособления), созданных в системе _____.”- для бесплазового метода увязки и “Изготавливать по данным геометрической увязки.”- для плазово-шаблонного метода
- 14) Маркировка и клеймение (для деталей б/ч и узла) по ГОСТ 2.314-68
- 15) Обозначение шероховатости по ГОСТ 2.309-73 (достаточно общего обозначения для всех деталей в верхнем правом углу чертежа), шероховатость задавать по шкале Ra

Перечень используемых аббревиатур, сокращений

БО	–	базовое отверстие
БТК	–	бюро технического контроля
БЧ (б/ч)	–	без чертежа
ВКР	–	выпускная квалификационная работа
ГОСТ	–	государственный стандарт
ГЭК	–	государственная экзаменационная комиссия
ДП	–	дипломный проект
ЕСКД	–	единая система конструкторской документации
ЕСТД	–	единая система технологической документации
ЕСТПП	–	единая система технологической подготовки производства
ЗШП	–	заготовительно-штамповочное производство
ИРК	–	инструментально-раздаточная кладовая
КД	–	конструкторские документы
КИМ	–	контрольно-измерительная машина
КСС	–	конструктивно-силовая схема
КФО	–	координатно-фиксирующее отверстие
ЛЖ	–	ложемент
МУ	–	методические указания
ММ	–	математическая модель
НО	–	направляющее отверстие
ОП СПО	–	образовательная программа среднего профессионального образования
ОСТ	–	отраслевой стандарт
ОСБ	–	отверстия под стыковые болты
ПДБ	–	планово-диспетчерское бюро
ПЗ	–	пояснительная записка
Поз.	–	позиция
ППР	–	план производственного расчета
ПР	–	прижим
Пров.	–	проверил
ПУ	–	программное управление
ПШМ	–	плазово-шаблонный метод
Разраб.	–	разработал
РБ	–	рубильник
САПР	–	система автоматизированного проектирования
СБ	–	сборочный чертеж
СНиП	–	строительные нормы и правила
СО	–	сборочное отверстие
СП	–	сборочное приспособление
СП	–	свод правил
ССБТ	–	система стандартов безопасности труда

ТД	–	технологические документы
ТУ	–	технические условия
ТхЭМ	–	технологический электронный макет
ТЭМ	–	теоретический электронный макет
УП	–	упор
УП	–	управляющая программа
ЦГ	–	циклового график
ЧПУ	–	числовое программное управление
ЭВМ	–	электронно-вычислительная машина
ЭМД	–	электронный макет детали
ЭМИ	–	электронная модель изделия
ЭМСП	–	электронный макет сборочного приспособления
ЭШМ	–	эталонно-шаблонный метод

Список использованных источников

1. Колганов И.М., Филиппов В.В. Проектирование приспособлений, прочностные расчеты, расчет точности сборки. Учебное пособие. - Ульяновск: УлГТУ, 2000. - 99 с.
2. Григорьев Б. П., Ганиханов Ш. Ф. «Приспособления для сборки узлов и агрегатов самолетов и вертолетов». Учебное пособие для авиационных вузов. М., «Машиностроение», 1977, 140 с.
3. Абибов А.Л. Бирюков Н.М. и др. Технология самолетостроения. - М.: Машиностроение, 1982.- 551 с.
4. Бабушкин А.И. Методы сборки самолетных конструкций. - М.: Машиностроение, 1985.- 248 с.
5. Никольский А.А. Основы монтажа сборочных приспособлений.- М.: МАИ, 1975.- 60 с.
6. Ярковец А.И. Основы механизации и автоматизации технологических процессов в самолетостроении. - М.: Машиностроение, 1991.- 224 с.

Пример оформления титульного листа дипломного проекта

Министерство образования Иркутской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Иркутской области
«Иркутский авиационный техникум»
(ГБПОУИО «ИАТ»)

ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ.ПЗ

↓ ↓ ↓

1 2 3

1 – год выполнения работы

2 – номер группы

3 – порядковый номер по журналу

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УР

_____ Е.А. Коробкова, к.т.н.

ТЕМА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Нормоконтролер:

_____ (И.О.Фамилия)

(Подпись, дата)

Руководитель:

_____ (И.О.Фамилия)

(Подпись, дата)

Студент:

_____ (И.О.Фамилия)

(Подпись, дата)

Иркутск 20__

Приложение Б

Пример оформления задания на дипломный проект

Министерство образования Иркутской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Иркутской области «Иркутский авиационный техникум»
(ГБПОУИО «ИАТ»)

РАССМОТРЕНО

На заседании ВЦК ПЛА

Протокол № __ от _____ г.

председатель _____ ФИО

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УР

_____ Е.А. Коробкова, к.т.н.

«__» апреля 20__ г.

ЗАДАНИЕ

на дипломное проектирование

ФИО, группы (*указать наименование группы*)

Тема дипломного проекта:

(Указать наименование узла самолета)

Проектирование конструкции узла и технологической оснастки.

Дата выдачи задания

«__» апреля 20__ г.

Срок окончания проекта

«__» июня 20__ г.

Руководитель: _____ (ФИО)
(подпись, дата)

Студент: _____ (ФИО)
(подпись, дата)

Задание: Разработать конструкцию узла, сборочную оснастку и технологический процесс сборки в соответствии с исходными данными:

Тип производства: серийное

Режим работы участка: 5-ти дневная рабочая неделя с 8-ми часовым рабочим днем в 1 смену.

Выполнить подготовительный этап. Разработка конструкции и конструкторской документации:

- 1) Разработать конструкцию сборочного узла.
- 2) Описать конструктивно-технологическую характеристику сборочного узла.
- 3) Составить технические требования на сборку узла.
- 4) Выполнить расчет анализа технологичности конструкции сборочного узла.

Выполнить технологический этап. Разработка технологического процесса сборки узла:

- 1) Обосновать проектируемый технологический процесс сборки узла.
- 2) Выбрать метод сборки, разработать схему базирования.
- 3) Разработать технологический процесс сборки узла в сборочном приспособлении и составить схему сборки узла.
- 4) Выбрать и обосновать метод увязки и обеспечения взаимозаменяемости.
- 5) Разработать схему увязки заготовительной и сборочной оснастки.
- 6) Разработать технические условия на поставку деталей для сборки узла.

Выполнить расчётно-конструкторскую часть. Разработка конструкции сборочной оснастки:

- 1) Разработать технические условия на проектирование сборочной оснастки.
- 2) Разработать конструкцию сборочной оснастки.
- 3) Выполнить расчёт допустимого прогиба балки сборочного приспособления.

Выполнить производственные расчеты. Организация и управление работой участка сборки узла:

- 1) Выполнить расчет трудоемкости сборки узла.
- 2) Выполнить расчет годового фонда рабочего времени.
- 3) Разработать организацию производственного участка на сборку узла для серийного производства и организацию рабочего пространства.

Представить требования охраны труда на производственном участке:

- 1) Выявить вредные и опасные производственные факторы.
- 2) Выбрать мероприятия по производственной санитарии, по уменьшению воздействия вибрации и шума и обеспечению освещения на участке, электробезопасности, пожарной безопасности.
- 3) Описать технику безопасности в процессе сборки узла.

Выполнить экономическое обоснование проекта:

- 1) Определить себестоимость проекта.
- 2) Определить цену реализации.
- 3) Рассчитать чистую прибыль от внедрения проекта.
- 4) Рассчитать экономический эффект и срок окупаемости проекта.

Материалы предоставляемые к защите:

- 1) Пояснительная записка.
- 2) Чертежи графической части проекта:
 - Чертеж общего вида сборочного узла – А1 1 лист.
 - Чертеж общего вида приспособления – А1 1 лист.
 - Чертежи трех деталей сборочного узла – А3 (А4) 3 листа.
 - Чертеж одной детали приспособления – А3 (А4) 1 лист.
 - Цикловой график сборки узла – А3 1 лист.
- 3) Презентация к дипломному проекту.
- 4) Отзыв на дипломный проект (составляет руководитель).
- 5) Рецензия на дипломный проект.
- 6) Диск с пояснительной запиской, конструкторской документацией и демонстрационным материалом в индивидуальной упаковке.

Индивидуальный график выполнения дипломного проекта обучающегося
ФИО, группы (указать наименование группы)
 (является приложением к заданию на дипломное проектирование)

	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Выполнен сборочный чертеж и спецификация проектируемого узла										
Выполнен раздел 1. Разработка конструкции и конструкторской документации										
Выполнен раздел 2. Разработка технологического процесса сборки узла										
Выполнен раздел 3. Разработка конструкции сборочной оснастки										
Разработана конструкция сборочной оснастки, выполнен сборочный чертеж и спецификация										
Выполнен раздел 4. Организация и управление работой участка сборки узла										
Выполнен раздел 5. Охрана труда на производственном участке										
Выполнен раздел 6. Экономическое обоснование проекта										
Выполнены чертежи деталей, сборочного узла, сборочного приспособления, цикловой график										
Введение, заключение, выводы. Оформление чертежа и пояснительной записки по методическим указаниям										
Подпись руководителя дипломного проекта										

С графиком ознакомлен _____ (ФИО.) Дата _____
 (обучающийся должен быть ознакомлен с графиком в течение трех рабочих дней от начала преддипломной практики)

**Перечень нормативных документов, необходимых для разработки
дипломного проекта**

	ЕСКД, ЕСТД, ЕСТПП
ГОСТ 2.001-2013	ЕСКД. Общие положения.
ГОСТ 2.004-88	ЕСКД. Общие требования к выполнению КД и ТД на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ.
ГОСТ 2.051-2013	ЕСКД. Электронные документы. Общие положения.
ГОСТ 2.052-2015	ЕСКД. Электронная модель изделия. Общие положения.
ГОСТ 2.101-2016	ЕСКД. Виды изделий.
ГОСТ 2.102-2013	ЕСКД. Виды и комплектность КД.
ГОСТ 2.103-2013	ЕСКД. Стадии разработки.
ГОСТ 2.104-2006	ЕСКД. Основные надписи.
ГОСТ Р 2.105-2019	ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.
ГОСТ Р 2.106-2019	ЕСКД. Текстовые документы.
ГОСТ 2.109-73	ЕСКД. Основные требования к чертежам.
ГОСТ 2.111-2013	ЕСКД. Нормоконтроль.
ГОСТ 2.301-68	ЕСКД. Форматы.
ГОСТ 2.302-68	ЕСКД. Масштабы.
ГОСТ 2.303-68	ЕСКД. Линии.
ГОСТ 2.304-81	ЕСКД. Шрифты чертежные.
ГОСТ 2.305-2008	ЕСКД. Изображения – виды, разрезы, сечения.
ГОСТ 2.306-68	ЕСКД. Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах.
ГОСТ 2.307-2011	ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений.
ГОСТ 2.308-2011	ЕСКД. Указания на чертежах допусков формы и расположения поверхностей.
ГОСТ 2.309-73	ЕСКД. Обозначения шероховатости поверхностей.
ГОСТ 2.310-68	ЕСКД. Нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и другой видов обработки.
ГОСТ 2.311-68	ЕСКД. Изображение резьбы.
ГОСТ 2.312-72	ЕСКД. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений.
ГОСТ 2.314-68	ЕСКД. Указания на чертежах о маркировании и клеймении.
ГОСТ 2.316-2008	ЕСКД. Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах.
ГОСТ 2.317-2011	ЕСКД. Аксонометрические проекции.
ГОСТ 2.321-84	ЕСКД. Обозначения буквенные.
ГОСТ 2.419-68	ЕСКД. Правила выполнения документации при плазовом методе производства.
ГОСТ 2.503-2013	ЕСКД. Правила внесения изменений.
ГОСТ 3.1001-2011	ЕСТД. Общие положения.
ГОСТ 3.1102-2011	ЕСТД. Стадии разработки и виды документов. Общие положения.
ГОСТ 3.1103-2011	ЕСТД. Основные надписи.
ГОСТ 3.1104-2011	ЕСТД. Общие требования к формам, бланкам и документам.
ГОСТ 3.1105-2011	ЕСТД. Формы и правила оформления документов общего назначения.
ГОСТ 3.1109-82	ЕСТД. Термины и определения основных понятий.
ГОСТ 3.1116-2011	ЕСТД. Нормоконтроль.
ГОСТ 3.1118-82	ЕСТД. Формы и правила оформления маршрутных карт.
ГОСТ 3.1119-83	ЕСТД. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы.

ГОСТ 3.1120-83	ЕСТД. Общие правила отражения и оформления требований безопасности труда в технологической документации.
ГОСТ 3.1121-84	ЕСТД. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на типовые и групповые технологические процессы (операции).
ГОСТ 3.1129-93	ЕСТД. Общие правила записи технологической информации в технологических документах на технологические процессы и операции.
ГОСТ 3.1130-93	ЕСТД. Общие требования к формам и бланкам документов.
ГОСТ 3.1407-86	ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы (операции), специализированные по методам сборки.
ГОСТ 3.1703-79	ЕСТД. Правила записи операций и переходов. Слесарные, слесарно-сборочные работы.
ГОСТ 14.004-83	ЕСТПП. Термины и определения основных понятий.
ГОСТ 14.201-73	ЕСТПП. Обеспечение технологичности конструкции изделий.
ГОСТ 14.202-73	ЕСТПП. Правила выбора показателей технологичности конструкции изделий.
ГОСТ 14.203-73	ЕСТПП. Правила обеспечения технологичности конструкции сборочных единиц.
ГОСТ 14.204-73	ЕСТПП. Правила обеспечения технологичности конструкции деталей.
ГОСТ 14.205-83	Технологичность конструкции изделий. Термины и определения.
ГОСТ 14.304-73	ЕСТПП. Правила выбора технологического оборудования.
ГОСТ 14.305-73	ЕСТПП. Правила выбора технологической оснастки.
	Материалы
ГОСТ 21631-76	ТУ. Листы из алюминия и алюминиевых сплавов.
ОСТ 1 90246-77	Листы конструкционные из алюминиевых сплавов.
ГОСТ 17232-99	ТУ. Плиты из алюминия и алюминиевых сплавов.
ОСТ 1 90117-83	Плиты авиационные из алюминиевого сплава марки АК4-1ч.
ОСТ 1 90073-85	Штамповки и поковки из алюминиевых сплавов. Технические условия.
ОСТ 1 90113-86	ТУ. Профили прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов.
ГОСТ 21488-97	ТУ. Прутки прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов.
ОСТ 1 90073-85	ТУ. Штамповки и поковки из алюминия и алюминиевых сплавов.
ГОСТ 23755-79	ТУ. Плиты из титана и титановых сплавов.
ОСТ 1 90024-94	Плиты из титановых сплавов.
ОСТ 1 92020-82	ТУ. Прутки прессованные из титана и титановых сплавов.
ГОСТ 21990-76	ТУ. Плиты из магниевых сплавов.
ГОСТ 19903-2015	Прокат листовой горячекатаный. Сортамент.
ГОСТ 19904-90	Прокат листовой холоднокатаный. Сортамент.
	Профили прессованные
ГОСТ 13616-97	Профили прессованные прямоугольные полоосообразного сечения из алюминия, алюминиевых и магниевых сплавов.
ГОСТ 13617-97	Профили прессованные бульбообразные уголкового сечения из алюминия, алюминиевых и магниевых сплавов.
ГОСТ 13619-97	Профили прессованные прямоугольного фасонного зетового сечения из алюминия, алюминиевых и магниевых сплавов.
ГОСТ 13620-90	Профили прессованные прямоугольные равнополочного зетового сечения из алюминиевых и магниевых сплавов.
ГОСТ 13621-90	Профили прессованные прямоугольные равнополочного двутаврового сечения из алюминиевых и магниевых сплавов.
ГОСТ 13622-91	Профили прессованные прямоугольные равнополочного таврового сечения из алюминиевых и магниевых сплавов.

ГОСТ 13623-90	Профили прессованные прямоугольные равнополочного швеллерного сечения из алюминиевых и магниевых сплавов.	
ГОСТ 13737-90	Профили прессованные прямоугольные равнополочного уголкового сечения из алюминиевых и магниевых сплавов.	
ГОСТ 13737-90	Профили прессованные прямоугольные равнополочного уголкового сечения из алюминиевых и магниевых сплавов.	
ОСТ 1 92093-83	Профили прессованные петлевые из алюминиевых сплавов. Сортамент.	
	Стандартные конструктивные элементы	
ГОСТ 17040-80	Элементы штампуемых деталей. Конструкция и размеры.	
ОСТ 1 03668-90	Подсечки прессованных профилей. Размеры.	
ОСТ 1.52468-80	Подсечки в деталях из листового материала. Конструкция и размеры.	
ОСТ 1 03948-79	Вырезы под стрингеры. Размеры.	
	Дополнительно	
ГОСТ 21495-76	Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения	
1 85 151	Классификатор технологических операций машиностроения и приборостроения.	
ОСТ 1 00022-80	Предельные отклонения размеров от 0,1 до 10000 мм и допуски формы и расположения поверхностей, не указанные на чертеже.	
ОСТ 1 02507-92	Самолеты дозвуковые. Общие требования к качеству внешней поверхности.	
ОСТ 1.42315-86	Герметизация неразъемных соединений воздушных и топливных отсеков с применением герметика. Типовой технологический процесс.	
	Заклепки	
ОСТ 1 00016-71	Шаги заклепок в заклепочных швах.	
ОСТ 1 34102-80	Заклепки. Диаметры отверстий под заклепки, размеры замыкающих головок и подбор длин.	
ОСТ 1 34041-79	Соединения заклепками для автоматической клепки. Подбор длин заклепок.	
	Заклепки для автоматической клепки	
ОСТ 1 34039-79	Заклепки с потайной головкой 90° с компенсатором для автоматической клепки.	Материал В65
ОСТ 1 34044-80	Заклепки универсальные для автоматической клепки.	Материал В65
ОСТ 1 34045-79	Заклепки с плоско-скругленной головкой с компенсатором для автоматической клепки.	Материал В65
ОСТ 1 34046-80	Заклепки с уменьшенной потайной головкой 90° с компенсатором для автоматической клепки.	Материал В65
ОСТ 1 34054-85	Заклепки с плоско-скругленной головкой для автоматической клепки.	Материал В65
	Заклепки для двусторонней клепки	
ОСТ 1 34008-86	Заклепки с плоско-скругленной головкой из титанового сплава	Материал ВТ16
ОСТ 1 34009-86	Заклепки с потайной головкой 120° из титанового сплава	Материал ВТ16
ОСТ 1 34035-78	Заклепки с плоско-скругленной головкой.	Материал В65
ОСТ 1 34036-78	Заклепки с уменьшенной плоско-выпуклой головкой.	Материал В65
ОСТ 1 34036-78	Заклепки с уменьшенной плоско-выпуклой головкой.	Материал В65
ОСТ 1 34037-78	Заклепки с потайной головкой 90°.	Материал В65

ОСТ 1 34038-78	Заклепки с потайной головкой 120°.	Материал В65
ОСТ 1 34040-79	Заклепки с плоско-скругленной головкой с компенсатором	Материал В65
ОСТ 1 34043-80	Заклепки универсальные	Материал В65
ОСТ 1 34047-80	Заклепки с уменьшенной потайной головкой 90° с компенсатором.	Материал В65
ОСТ 1 34048-77 -	Заклепки с плоско-скругленной головкой с компенсатором.	Материал Сталь 10
ОСТ 1 34049-77	Заклепки с плоско-скругленной головкой с компенсатором.	Материал 12Х18Н9Т
ОСТ 1 34050-77	Заклепки с плоско-скругленной головкой с компенсатором.	Материал Д18
ОСТ 1 34051-77	Заклепки с плоско-скругленной головкой с компенсатором.	Материал АМг5П
ОСТ 1 34073-85	Заклепки с плоско-скругленной головкой.	Материал Сталь 10
ОСТ 1 34074-85	Заклепки с плоско-скругленной головкой.	Материал 20Г2
ОСТ 1 34075-85	Заклепки с плоско-скругленной головкой.	Материал 12Х18Н9Т
ОСТ 1 34076-85	Заклепки с плоско-скругленной головкой.	Материал В65
ОСТ 1 34077-85	Заклепки с плоско-скругленной головкой.	Материал АМг5П
ОСТ 1 34078-85	Заклепки с плоско-скругленной головкой.	Материал Д18
ОСТ 1 34079-85	Заклепки с плоско-скругленной головкой.	Материал Д19П
ОСТ 1 34080-85	Заклепки с плоско-скругленной головкой.	Материал АМц
ОСТ 1 34081-85	Заклепки с плоско-скругленной головкой.	Материал Л63
ОСТ 1 34082-85	Заклепки с плоско-скругленной головкой.	Материал Л63 АМ
ОСТ 1 34083-85	Заклепки с плоско-скругленной головкой.	Материал М2
ОСТ 1 34084-80	Заклепки с потайной головкой 90° и 100°.	Материал Сталь 10
ОСТ 1 34085-80	Заклепки с потайной головкой 90° и 100°.	Материал 20Г2
ОСТ 1 34086-80	Заклепки с потайной головкой 90° и 100°.	Материал 12Х18Н9Т
ОСТ 1 34087-80	Заклепки с потайной головкой 90° и 100°.	Материал В65
ОСТ 1 34088-80	Заклепки с потайной головкой 90° и 100°.	Материал АМг5П
ОСТ 1 34089-80	Заклепки с потайной головкой 90° и 100°.	Материал Д18
ОСТ 1 34090-80	Заклепки с потайной головкой 90° и 100°.	Материал Д19П
ОСТ 1 34091-80	Заклепки с потайной головкой 90° и 100°.	Материал АМц
ОСТ 1 34093-80	Заклепки с потайной головкой 90° и 100°.	Материал Л63
ОСТ 1 34094-80	Заклепки с потайной головкой 90° и 100°.	Материал Л63 АМ
ОСТ 1 34095-80	Заклепки с потайной головкой 90° и 100°.	Материал М2
ОСТ 1 34096-80	Заклепки с потайной головкой 120°.	Материал Сталь 10
ОСТ 1 34097-80	Заклепки с потайной головкой 120°.	Материал 12Х18Н9Т
ОСТ 1 34098-80	Заклепки с потайной головкой 120°.	Материал В65
ОСТ 1 34099-80	Заклепки с потайной головкой 120°.	Материал АМг5П
ОСТ 1 34100-80	Заклепки с потайной головкой 120°.	Материал Д18
ОСТ 1 34101-80	Заклепки с потайной головкой 120°.	Материал Д19П
ОСТ 1 34115-89	Заклепки с плоско-скругленной головкой повышенной точности из титанового сплава.	Материал ВТ16
ОСТ 1 34116-91	Заклепки с уменьшенной потайной головкой 90° с компенсатором для тонких обшивок.	Материал В65
	Гайки-пистоны для односторонней клепки	
ОСТ 1 11193-73	Гайки-пистоны с плоской головкой.	Материал Д18

ОСТ 1 11194-73	Гайки-пистоны с плоской головкой.	Материал Сталь 10
ОСТ 1 11195-73	Гайки-пистоны с потайной головкой.	Материал Д18
ОСТ 1 11196-73	Гайки-пистоны с потайной головкой.	Материал Сталь 10
ОСТ 1 11199-73	Гайки-пистоны с плоской головкой глухие.	Материал Д18
	Заклепки для односторонней клепки пустотелые	
ОСТ 1 10644-72	Заклепки пустотелые с плоско-скругленной головкой.	Материал Д18
ОСТ 1 10645-72	Заклепки пустотелые с потайной головкой 120°.	Материал Д18
	Заклепки для односторонней клепки высокого сопротивления срезу	
ОСТ 1 10809-72	Заклепки высокого сопротивления срезу с шестигранной головкой из коррозионностойкой стали для односторонней клепки.	
ОСТ 1 10810-72	Корпусы заклепок высокого сопротивления срезу с шестигранной головкой.	Материал 13Х11Н2В2МФ-Ш
ОСТ 1 10811-72	Винты заклепок высокого сопротивления срезу.	Материал 13Х11Н2В2МФ-Ш
ОСТ 1 10815-73	Заклепки высокого сопротивления срезу с потайной головкой 120° из коррозионностойкой стали для односторонней клепки.	
ОСТ 1 10816-72	Корпусы заклепок высокого сопротивления с потайной головкой 120°.	Материал 13Х11Н2В2МФ-Ш
ОСТ 1 11200-73	Заклепки высокого сопротивления срезу с шестигранной головкой из конструкционной стали для односторонней клепки.	
ОСТ 1 11201-73	Корпусы заклепок высокого сопротивления с шестигранной головкой	Материал 30ХГСА-Д-П
ОСТ 1 11202-73	Винты заклепок высокого сопротивления срезу.	Материал 30ХГСА-Д-П
ОСТ 1 11203-73	Кольца заклепок высокого сопротивления срезу.	Материал 12Х18Н9Т
ОСТ 1 11204-73	Заклепки высокого сопротивления срезу с потайной головкой 90° из конструкционной стали для односторонней клепки.	
ОСТ 1 11205-73	Корпусы заклепок высокого сопротивления с потайной головкой 90°.	Материал 30ХГСА-Д-П
ОСТ 1 11206-73	Заклепки высокого сопротивления срезу с потайной головкой 120° из конструкционной стали для односторонней клепки	
ОСТ 1 11207-73	Корпусы заклепок высокого сопротивления с потайной головкой 120°.	Материал 30ХГСА-Д-П
ОСТ 1 11446-74	Заклепки высокого сопротивления срезу с шестигранной головкой из титанового сплава для односторонней клепки.	
ОСТ 1 11447-74	Корпусы заклепок высокого сопротивления срезу с шестигранной головкой	Материал ВТ16
ОСТ 1 11448-74	Винты заклепок высокого сопротивления срезу.	Материал ВТ16

ОСТ 1 11449-74	Заклепки высокого сопротивления срезу с потайной головкой 90° из титанового сплава для односторонней клепки.	
ОСТ 1 11450-74	Корпусы заклепок высокого сопротивления срезу с потайной головкой 90°.	Материал ВТ16
ОСТ 1 11451-74	Заклепки высокого сопротивления срезу с потайной головкой 120° из титанового сплава для односторонней клепки.	
ОСТ 1 11452-74	Корпусы заклепок высокого сопротивления срезу с потайной головкой 120°.	Материал ВТ16
	Заклепки для односторонней клепки с сердечником	
ОСТ 1 10637-72	Заклепки с плоско-скругленной головкой с сердечником.	
ОСТ 1 10638-72	Корпусы заклепок с плоско-скругленной головкой.	Материал 12Х18Н9Т
ОСТ 1 10639-72	Сердечники заклепок	Материал 12Х11Н2В2МФ-Ш
ОСТ 1 10640-72	Заклепки с потайной головкой 90° с сердечником.	
ОСТ 1 10641-72	Корпусы заклепок с потайной головкой 90°.	Материал 12Х18Н9Т
ОСТ 1 10642-72	Заклепки с потайной головкой 120° с сердечником.	
ОСТ 1 10643-72	Корпусы заклепок с потайной головкой 120°.	Материал 12Х18Н9Т
ОСТ 1 11296-74	Заклепки с плоско-скругленной головкой с сердечником.	
ОСТ 1 11297-74	Корпусы заклепок с плоско-скругленной головкой.	Материал Д18
ОСТ 1 11298-74	Сердечники заклепок	Материал В95ПС
ОСТ 1 11299-74	Заклепки с потайной головкой 90° с сердечником.	
ОСТ 1 11300-74	Корпусы заклепок с потайной головкой 90°.	Материал Д18
ОСТ 1 11301-74	Заклепки с потайной головкой 120° с сердечником.	
ОСТ 1 11302-74	Корпусы заклепок с потайной головкой 120°.	Материал Д18
	ССБТ	
ГОСТ 12.2.003-91	Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности.	
ГОСТ 12.2.061-81	Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.	
ГОСТ 12.2.062-81	Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Ограждения защитные.	
ГОСТ 12.2.029-88	Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Приспособления станочные. Требования безопасности.	
	СП	
СП 56.13330.2011	Производственные здания.	
СП 5.13130.2009	Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические.	
СНиП 41-01-2003	Отопление, вентиляция и кондиционирование	

ГОСТ Р 53291-2009	Техника пожарная. Переносные и передвижные устройства пожаротушения с высокоскоростной подачей огнетушащего вещества. Общие технические требования.
ГОСТ 26342-84	Средства охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. Типы, основные параметры и размеры.
ГОСТ Р 51043-2002	Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Оросители. Общие технические требования.