

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

РАССМОТРЕНО  
На заседании ВЦК ПЛА  
Протокол № 10  
от 23 мая 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ  
директор ГБПОУИО «ИАТ»  
\_\_\_\_\_ А.Н. Якубовский

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

**программы подготовки специалистов среднего звена**

**24.02.01 Производство летательных аппаратов**

**Базовой подготовки**

**Иркутск 2024**

**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 выпускной квалификационной работы .....	8
2.8 Оформление материалов с пояснительной запиской, конструкторской документацией и демонстрационным материалом .....	8
3 Содержание пояснительной записки.....	9
3.1 Разработка раздела «Введение».....	9
3.2 Разработка раздела «1 Разработка конструкции и конструкторской документации».....	10
3.3 Разработка раздела «2 Разработка технологического процесса сборки узла».....	50
3.4 Разработка раздела «3 Разработка конструкции сборочной оснастки» .....	61
3.5 Разработка раздела «4 Организация и управление работой участка сборки узла».....	66
3.6 Разработка раздела «5 Охрана труда на производственном участке».....	78
3.7 Разработка раздела «Заключение» .....	80
3.8 Разработка раздела «Перечень применяемых аббревиатур, сокращений»...	80
3.9 Разработка раздела «Список используемых источников» .....	80
3.10 Разработка раздела «Приложение. Графические и текстовые документы»	81
4 Разработка чертежно-графической части .....	82
4.1 Требования к сборочным чертежам .....	82
4.2 Требования к чертежам деталей .....	83
Перечень используемых аббревиатур, сокращений .....	84
Приложение А .....	87
Приложение Б .....	88
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 выпускной квалификационной работы 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 50 до 70 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) с последующим выводом на печать или карандашом (черной тушью) от руки.

### **2.4 Руководство выпускной квалификационной работой**

Для подготовки ВКР студенту назначается руководитель выпускной квалификационной работы (далее – руководитель ВКР) и, при необходимости, консультанты.

Закрепление за студентами тем выпускных квалификационных работ, назначение руководителей ВКР и консультантов осуществляется приказом директора техникума.

### Функции руководителя ВКР:

- разработка задания на подготовку выпускной квалификационной работы (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 выпускной квалификационной работы;
- оказание помощи в подборе необходимых источников;
- контроль за ходом выполнения выпускной квалификационной работы 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 ВКР;
- по завершении выполнения обучающимся выпускной квалификационной работы руководитель ВКР 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 ВКР руководителем выпускной квалификационной работы.

### 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 ВКР;
- 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 рецензию и 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, с листами замечаний нормоконтролера, передается 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 выпускной квалификационной работы

На защиту ВКР 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 ВКР.

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

Дипломные проекты в электронном виде в составе пояснительной запиской, конструкторской документацией 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.

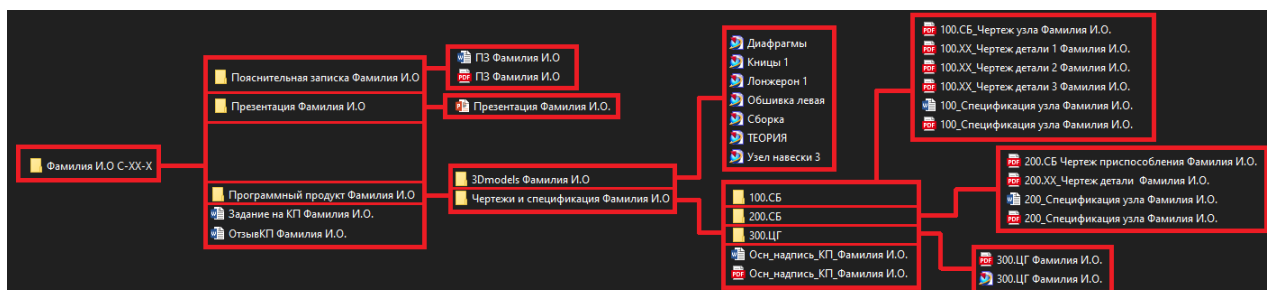


Рисунок 1.1 – Структура содержания папки с файлами



### **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 должен 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

### **3.2 Разработка раздела «1 Разработка конструкции и конструкторской документации»**

В данном разделе дать 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.

Также 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**

Исходными данными для проектирования конструкции узла «Закрылок самолета Су-25» являются расположение узла на летательном аппарате, ТЭМ и КСС самолета.

Положение узла выделено на рисунке 1.1.

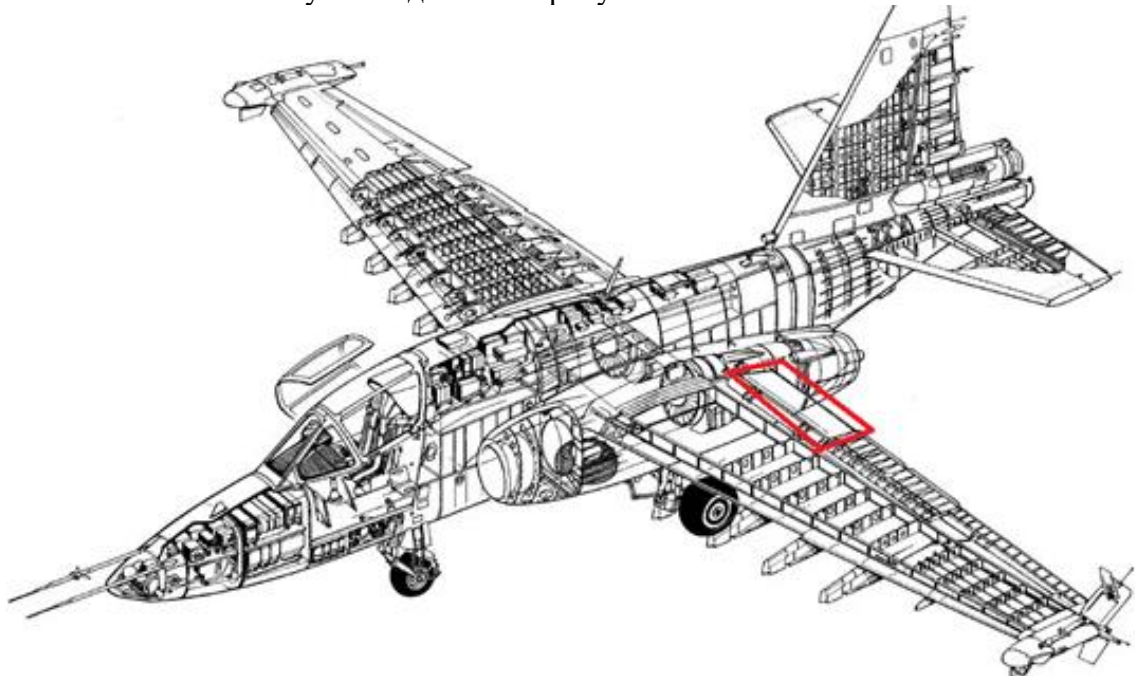


Рисунок 1.1 – Положение узла в системе самолета

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

**Пример:**

Для разработки конструкции закрылка самолета Су-25 будут выделены отдельно ТЭМ и КСС закрылка. ТЭМ будет являться теоретическим контуром узла, от которого будут разрабатываться все элементы конструкции. КСС содержит в себе конструктивные базы всех элементов конструкции в виде их плоскостей. На рисунке 1.2 приведен ТЭМ закрылка самолета Су-25. На рисунке 1.3 показан ТЭМ с КСС.

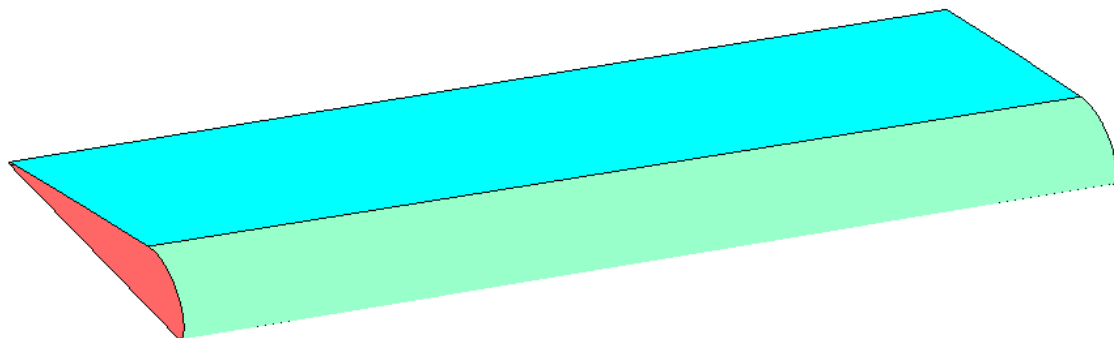


Рисунок 1.2 – ТЭМ закрылка самолета Су-25

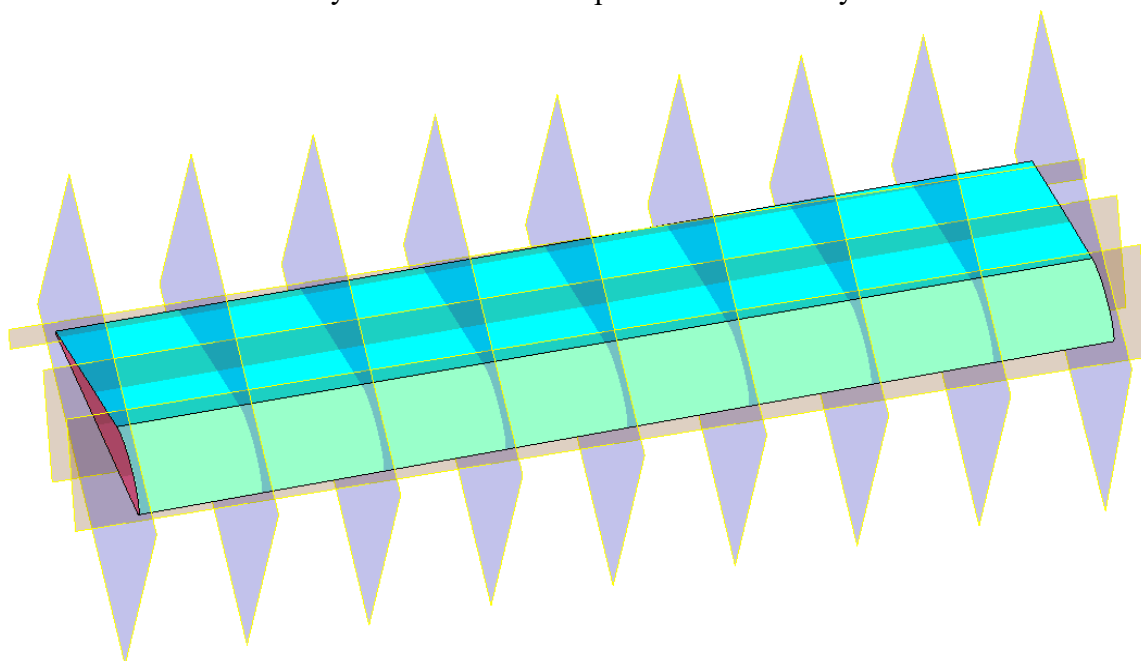


Рисунок 1.3 – ТЭМ с КСС закрылка самолета Су-25

### 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;
- размеры детали (с округлением в большую сторону);
- метод изготовления;
- вид термообработки;
- наличие и назначение конструктивных элементов.

Данный раздел оформляется как показано в примере.

#### Пример:

##### 1.1 Описание разработанной конструкции сборочного узла

Хвостовая часть нервюры является поперечным элементом конструкции и предназначена для сохранения формы профиля закрылка, а также передачи воздушных нагрузок на продольные элементы конструкции. Изготовлена из листа сплава 1163АМ методом гибки эластичной средой на формблоке. После формообразования деталь подвергается термической обработке: закалка с естественным старением. Термически упрочнённую деталь покрывают пленкой анодного оксидирования и слоем грунтовки ЭП-0215.400 по ОСТ 1 90055-85. Хвостовая часть нервюры имеет такие конструктивные элементы, как борта с подсечками, отбортовки и стрингерные вырезы. Борт предназначен для повышения жесткости конструкции детали, а также соединения с другими элементами конструкции. На верхнем и нижнем бортах выполнены боковые подсечки по ОСТ 1.52468-80, которые служат для соединения нервюры с полками лонжерона. Отбортовки выполнены по ГОСТ 17040-80 тип 1 – нормальная, предназначены для уменьшения массы конструкции, а также придания жёсткости. Стрингерный вырез выполнен по ОСТ 1 03948-79 тип 4, и предназначен для прохождения через него стрингера.

Внешний вид хвостовой части нервюры приведен на рисунке 1.4.

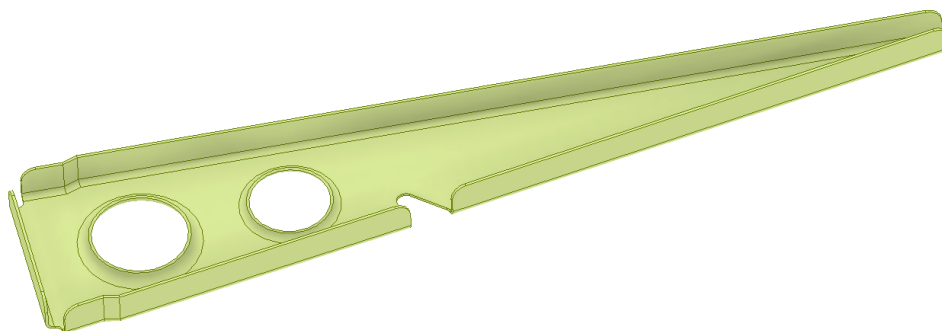


Рисунок 1.4 – Внешний вид хвостовой части нервюры закрылка самолета Су-25

### 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**

Закрылок самолета Су-25, с номером сборочной единицы ДП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ.100.СБ, располагается на крыле самолета между нервюрами 1 и 9. В выпущенном положении предназначен для улучшения взлетно-посадочных характеристик при взлёте и посадке, путём увеличения площади крыла и изменения кривизны профиля в сечении. В убранном положении является продолжением крыла с его обычным профилем.

Габаритные размеры:

- длина 1280 мм;
- ширина 520 мм;
- высота 90 мм.

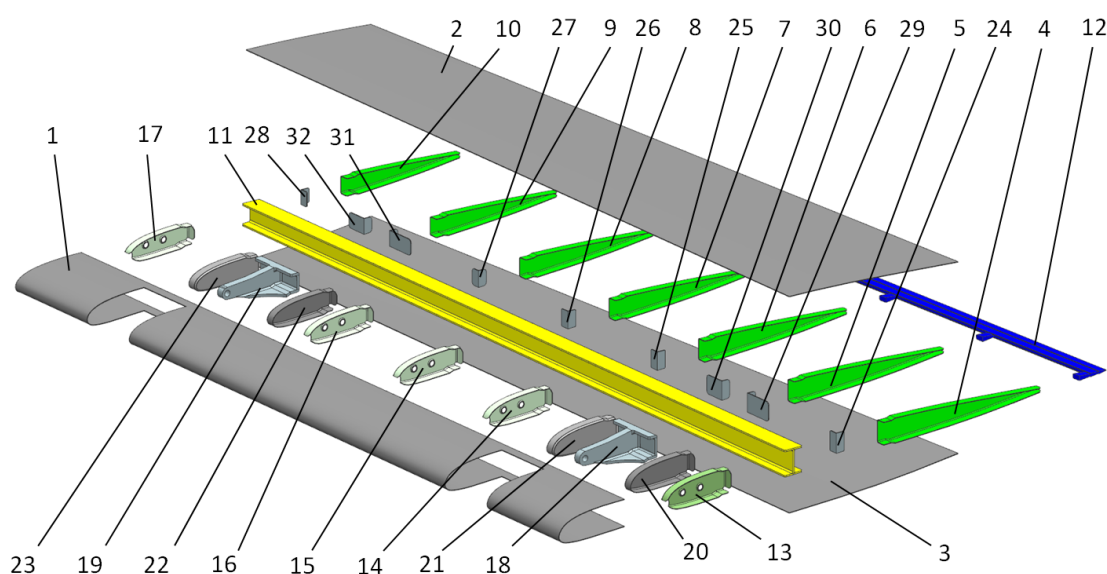
Масса узла: 8,9 кг.

Общая форма узла – объемная с криволинейным контуром по обводообразующим поперечным элементам. Расположение деталей узла задается относительно конструктивных баз, которыми являются: теоретический контур закрылка, плоскость строительной горизонтали самолета, плоскость симметрии самолета, плоскость хорды крыла, плоскости лонжерона, нервюр, стрингера, и ось вращения. Данная конструкция имеет 2 узла стыка с дефлектором закрылка и 2 узла навески на крыло.

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

### Пример:

Конструктивно-технологическое членение узла представлено на рисунке 1.9.



1 – Обшивка лобовая; 2 – Обшивка верхняя; 3 – Обшивка нижняя; 4 – Нервюра 1;  
5 – Нервюра 2; 6 – Нервюра 3; 7 – Нервюра 4; 8 – Нервюра 5; 9 – Нервюра 6;  
10 – Нервюра 7; 11 – Лонжерон; 12 – Концевой нож (сухарь); 13 – Носок нервюры 1;  
14 – Носок нервюры 2; 15 – Носок нервюры 3; 16 – Носок нервюры 4;  
17 – Носок нервюры 5; 18 – Узел навески 1; 19 – Узел навески 2; 20 – Диафрагма 1;  
21 – Диафрагма 2; 22 – Диафрагма 3; 23 – Диафрагма 4; 24 – Кница 1; 25 – Кница 2;  
26 – Кница 3; 27 – Кница 4; 28 – Кница 5; 29 – Фитинг 1; 30 – Фитинг 2; 31 – Фитинг 3;  
32 – Фитинг 4;

Рисунок 1.9 – Конструктивно-технологическое членение узла

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.

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

В столбце «Вид соединения» указывается конкретный вид соединения в данном пакете (заклепочное, болтовое, сварное, клеевое и т.д.).

В столбце «Обозначение крепежного элемента» указывается наименование крепежных элементов в соответствии с ГОСТ, ОСТ и другим применяемым стандартом.

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

Пакет	Толщина пакета (мм)	Вид соединения	Обозначение крепежного элемента	Характеристика шва	Доступ к шву
1	2	3	4	5	6
Обшивка верх поз. 1 с нервюрами поз. 9, 11-15, 17	3	Заклепочное	Заклепка 4-8 ОСТ 1 34098-80	Криволинейный	Свободный
Обшивка верх поз. 1 с полкой лонжерона верх поз. 6 и нервюрами поз. 9, 11-15, 17	6	Заклепочное	Заклепка 4-12 ОСТ 1 34098-80	Прямолинейный	Ограниченный
Стенка лонжерона поз. 5 с узлами навески поз. 19, 25	8	Болтовое	Болт 4 – 14 ОСТ 1 31137-80	Точечный	Свободный
			Гайка 4 ОСТ 1 33055-80		
			Шайба 5–10–1,5 ОСТ 1 34509-80		

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
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

### 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;
- и т.д.

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

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

**Пример:**

**1.3 Технические требования на сборку узла**

Сборка закрылка крыла самолёта Су-25 должна обеспечивать взаимную стыковку с другими узлами и должна удовлетворять требованиям чертежа, инструкций и технических условий.

Технические условия на сборку закрылка крыла самолёта Су-25 имеют следующий вид:

1. Допускаемое отклонение от теоретического контура ±2,0 мм.
2. Допускаемое отклонение по осям нервюр ±0,5 мм.

3. Допускаемое отклонение по оси лонжерона  $\pm 1,5$  мм.
4. ...
5. Выступание головок заклепок 0,1мм (ОСТ 1 02507-92).
6. Невписываемость закрылка в контур крыла  $\pm 2,0$  мм (ОСТ 1 02507-92).
7. Допускаемое отклонение по перемычкам заклепок и болтов +1,0 мм.
8. Допускаемые отклонения по осям в швах  $\pm 1,0$  мм.
9. ...
10. Неуказанные предельные отклонения размеров, допуски формы и расположения поверхностей – по ОСТ 1 00022-80.

### 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.

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.

**Пример:**

### 1.4 Разработка схемы увязки заготовительной и сборочной оснастки

Схема увязки и обеспечения взаимозаменяемости представлена на рисунке 2. \_\_.

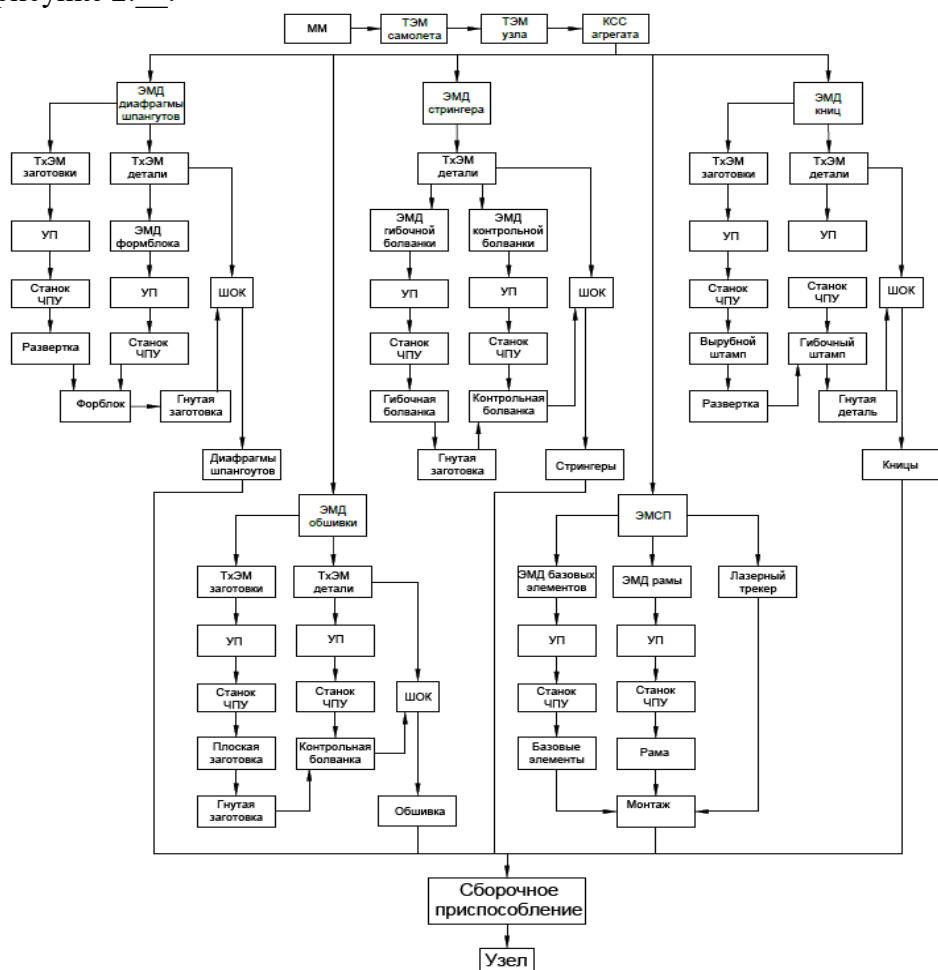


Рисунок 2. \_\_ – Схема увязки и обеспечения взаимозаменяемости (наименование узла)

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

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

Наименование детали	Метод изготовления	Технологическая оснастка	Источник информации о контуре и отверстиях
1	2	3	4
Обшивка лобовая	Обтяжка	Обтяжной пуансон	ТхЭМ

### 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.

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

где:

$N_i$  - значение показателя уровня технологичности;

$M_i$  - удельный вес показателя технологичности;

$i$  - порядковый номер показателя.

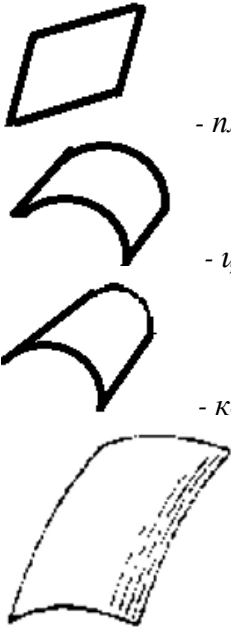
Значение показателей уровня технологичности и удельные веса показателей приведены в таблице справочных данных ниже. Для каждого параметра выбирается одно единственное значение, которое показывает для данной конструкции наименьший показатель.

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 ( $L/b > 5$ )	длина L, м:		
	до 0,5	1	0,5
	до 2	0,85	
	до 6	0,75	
свыше 6	05		
<i>Одномерным узлом 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).</i>			

Продолжение таблицы 3.3 – Показатели технологичности конструкции  
(справочные данные)

1	2	3	4
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.).			
Форма обводов	плоская цилиндрическая коническая двойной кривизны	1 0,75 0,5 0,2	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).</p> <p>Форма обводов имеет относительный характер, и определяется относительно сечений имеющегося теоретического обвода. Внешний вид различных форм обводов:</p>  <p>- плоская</p> <p>- цилиндрическая</p> <p>- коническая</p> <p>- двойной кривизны</p>			

Продолжение таблицы 3.3 – Показатели технологичности конструкции (справочные данные)

1	2	3	4
Форма контура	прямолинейная дуги окружности криволинейная	1 0,7 0,6	0,5
<p><i>Под формой контура понимают форму сечений по основным поперечным или продольным сечениям.</i></p> <p><b>Прямолинейная форма контура</b> – форма, имеющая в своём сечении только прямую линию, без каких-либо искривлений или радиусов.</p> <p><b>Форма контура, образованная дугами окружности</b> – по своим сечениям, образует криволинейную окружность из одной или двух сопряженных окружностей, имеющих определенный радиус.</p> <p><b>Криволинейная форма обвода</b> – форма сечения, которая образована кривыми второго порядка, определяемая координатными точками и не имеющая стандартных измеримых параметров кривизны.</p>			
Уровень кривизны:	плоская малая кривизна (R кривизны >1м) большая кривизна (R кривизны <1м)	1 0,9 0,6	0,4
<p><i>Уровень кривизны узла определяет сложность сопряжения его основных элементов. Например, к плоской обшивке гораздо проще присоединить диафрагму по всем точкам, чем по криволинейной обшивке. Определение большой или малой кривизны происходит через построение условной вписанной окружности. Именно радиус данной окружности определяет большую или малую кривизну.</i></p>			
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
<p><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 итак высокие требования к технологической оснастке, что приводит к заметному снижению технологичности.</i></p>			
Выход на обвод	выходит не выходит	0,5 1	0,8
<p><i>Выход на обвод подразумевает выход на теоретические поверхности.</i></p>			
Расположение элементов каркаса	одностороннее двухстороннее	1 0,8	0,7
<p><i>Расположение элементов каркаса показывает с одной или обеих сторон от базовой поверхности располагается конструкция узла.</i></p>			
Наличие узлов стыка	отсутствуют разъемные неразъемные	1 0,8 0,7	0,8
<p><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.).</i></p>			

Продолжение таблицы 3.3 – Показатели технологичности конструкции (справочные данные)

1	2	3	4
Уровень панелирования	$K_{\text{пан}} = \frac{\text{площадь панелей}}{\text{общая площадь поверхности}}$	$K_{\text{пан}}$	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.</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 замкнутая	1 0,6 0,4	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. <b>Открытым сечением</b> 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. <b>Закрытое сечение</b> – деталь в каком-либо сечении образует «кольцо». Примерами таких деталей являются различные трубы, и детали трубчатого сечения. <b>Замкнутые детали</b> в своем любом сечении имеют закрытый контур. Они образуют «сферы».</i>			
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 основными элементами. Например, Д16, АМц, АМг, АК6 (алюминиевые сплавы) и ОТ4, ВТ6, ВТ20 (титановые сплавы) – это разнородные материалы.</i>			
Обрабатываемость материала	неармированные неметаллы алюминиевые сплавы магниеые 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	$K_{\text{ст}} = \frac{\text{кол. – во станд. дет}}{\text{общее кол. – во деталей}}$	$K_{\text{ст}}$	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, увеличивая</i>			

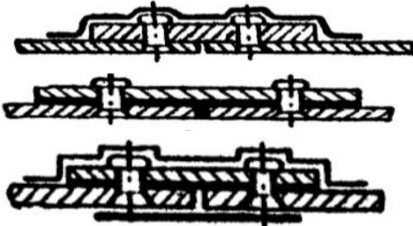
технологичность.

Продолжение таблицы 3.3 – Показатели технологичности конструкции (справочные данные)

1	2	3	4
Уровень повторяемости	$K_{\text{повт}} = \frac{\text{кол. – во повтор. дет}}{\text{общее кол. – во деталей}}$	$K_{\text{повт}}$	0,5
<i>Повторяющиеся детали заметно упрощают ориентацию в различных наименованиях по спецификации.</i>			
Расположение точек силового замыкания	продольное поперечное продольно-поперечное по процентным линиям параллельное	1 1 0,8 0,7 1	0,7
<i>Расположение точек крепежа выбирается по чертежу при рассмотрении основных заклепочных швов.</i>			
Конфигурация швов	прямолинейные круговые криволинейные точечный	1 0,8 0,7 1	0,8
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Круговой</b> – это по периметру люков, окантовок, иллюминаторов, то есть по кругу.</li> <li>- <b>Прямолинейный</b> – это по прямой линии в плоскости, либо почти плоской поверхности (по стрингеру, лонжерону).</li> <li>- <b>Точечный</b> – по отдельным точкам (не по шву).</li> <li>- <b>Криволинейный</b> – все остальные.</li> </ul>			
Шаг точек силового замыкания	постоянный переменный	1 0,5	0,8
<i>При выборе показателя уровня технологичности для заданных шагов, также следует выбирать среднее значение, исходя из заданных шагов в сборочном чертеже.</i>			
Вид соединения	заклепочное болтовое сварное клеевое комбинированное	1 0,8 0,8 0,7 0,6	0,9
Количество типоразмеров крепежа	1 2 3 4 более 4	1 0,9 0,8 0,7 0,6	0,9
<i>Количество типоразмеров крепежа соответствует количеству видов крепежных элементов, указанных в спецификации.</i>			
Подходы к точкам силового замыкания	двухсторонний свободный ограниченный односторонний	1 1 0,8 0,5	1
<p><i>Подходы к крепежным элементам – это характеристика, позволяющая определить доступ сборщика при установке крепежа.</i></p> <p><b>Свободный или двухсторонний</b> доступ позволяет устанавливать крепежные элементы без каких-либо ограничений.</p> <p><b>Ограниченный</b> доступ подразумевает ограничения для подвода инструмента.</p> <p><b>Односторонний</b> доступ подразумевает полное отсутствие доступа с одной стороны.</p>			



Продолжение таблицы 3.3 – Показатели технологичности конструкции (справочные данные)

1	2	3	4
Уровень механизации выполнения соединений	$K_M = \frac{N_M}{N}$	$K_M$	0,8
<i>В современном производстве все соединения выполняются либо вручную, 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>			
Герметизация швов	нет поверхностная внутренняя комбинированная	1 0,9 0,8 0,7	0,9
<i>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.</i>			
<i>Виды герметизации:</i>			
			
<p>- поверхностная</p> <p>- внутришовная</p> <p>- комбинированная</p>			

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

Конструкция может оцениваться как:

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

Зависимость оценки уровня технологичности узла от суммарного показателя технологичности приводится в таблице 1.3.

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...

Основные термины, используемые для разработки раздела:

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.

Маршрутное описание технологического процесса – это сокращенное описание всех технологических операций в последовательности их выполнения, без указания переходов и технологических режимов.

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.

Сборка – это образование разъемных и неразъемных соединений составных частей изделия.

Клепка – это образование неразъемных соединений при помощи заклепок.

### **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.

Выбрать и дать описание методу сборки и методу базирования проектируемого сборочного узла и дать дополнительную необходимую теоретическую информацию.

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.

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

Таблица 3.4 – Методы сборки и их характеристики

<b>Методы базирования</b>	<b>Характеристики методов базирования</b>
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.
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.

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:

- герметизация;
- доводочная;
- зенкерование;
- зенковка;
- керновка;
- клепка;
- контрольная;
- крепление;
- маркировка;
- разделка;
- разметка;
- сборка;
- сверление;
- установка.

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. и дать 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:

- подготовка деталей к сборке;
- установка деталей каркаса в сборочное приспособление;
- сверление отверстий по каркасу;
- герметизация по швам;
- крепление деталей каркаса на болты;
- клепка каркаса;
- и т.д.

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 используются 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. В рассматриваемом случае принимается метод сборки в сборочном приспособлении с базированием по поверхности каркаса.

### 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.

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.

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

**Пример:**

На рисунках 2.1 и 2.2 и т.д. представлена схема базирования узла в сборочном приспособлении.

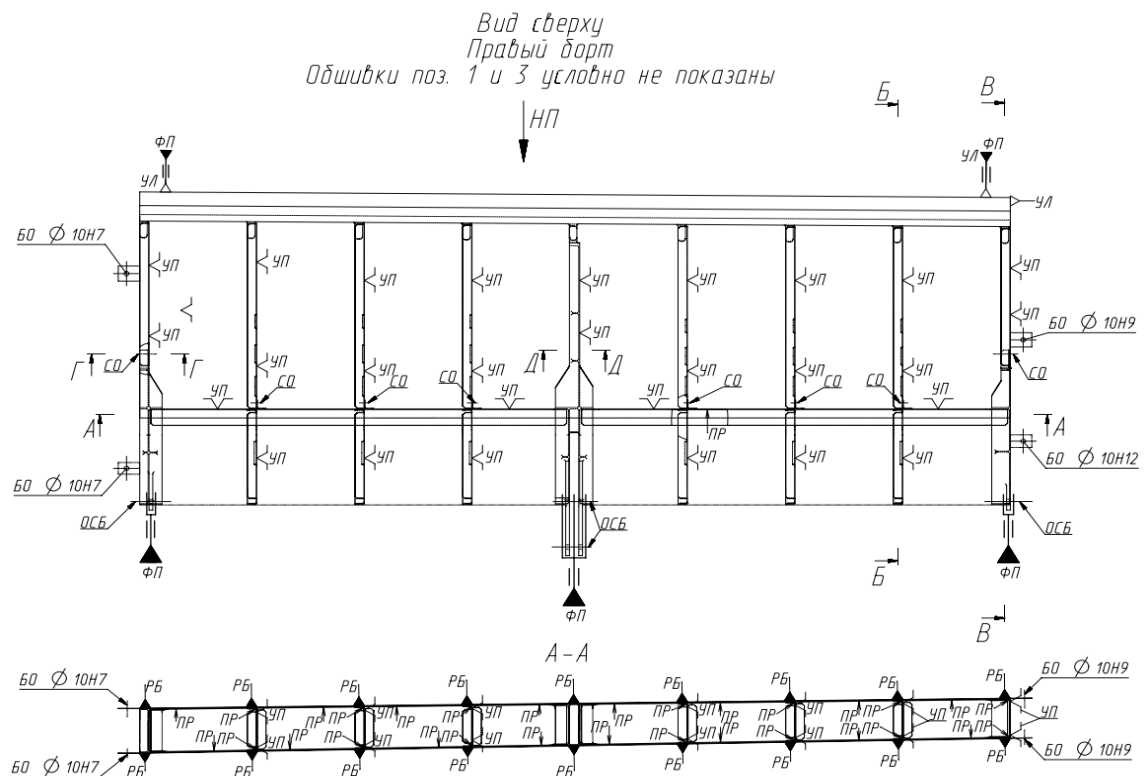


Рисунок Х.хх – Схема базирования (наименование узла)

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.








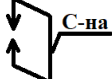
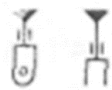
Если обозначений элементов недостаточно, можно воспользоваться таблицей 1.4 на странице 11-16 в учебном пособии [1].



### 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. ... по рубильникам и упорам в сборочное приспособление, фиксировать прижимами.
- Сверлить 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-5М.

Технологический процесс сборки узла оформляется в виде таблицы 2.3, как показано в примере.

Типовые ключевые слова записи переходов:

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

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

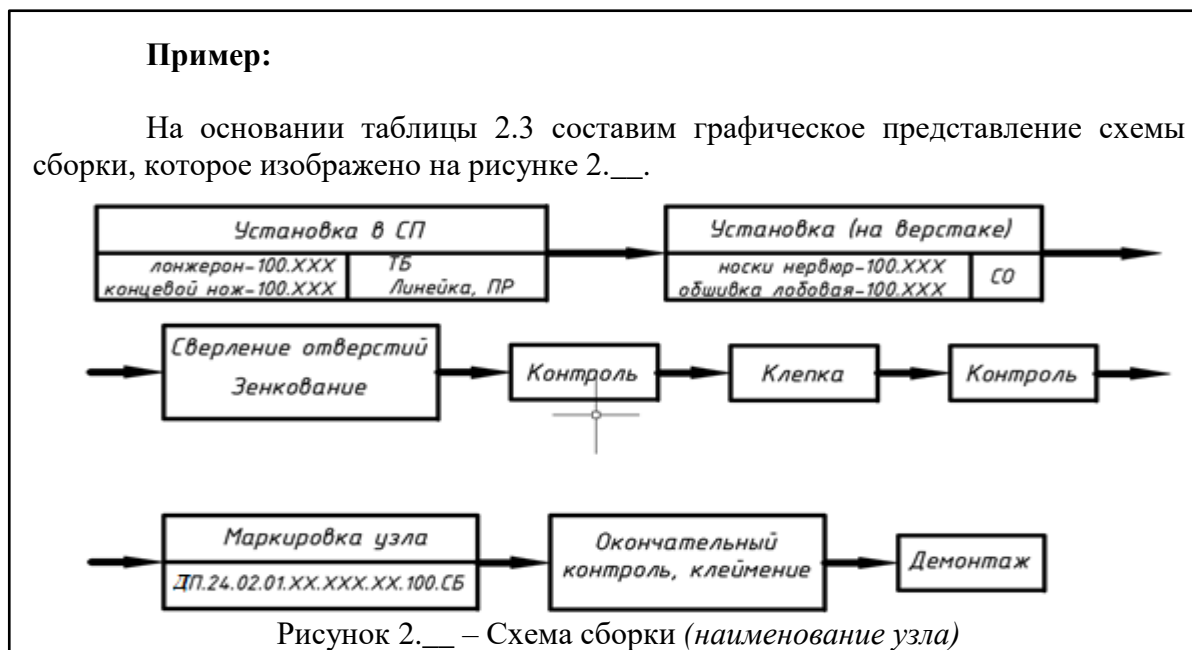
Технологический процесс сборки узла оформлен (представлен) в виде таблицы 2.3.

Таблица 2.3 – Технологический процесс сборки (наименование узла)

Номер технологической операции/перехода	Содержание технологической операции/перехода	Оснастка, оборудование, инструмент
1	2	3
1	Сборка лонжерона на верстаке	
1.1	Установить полки лонжерона поз. 6, 7 на стенку лонжерона поз. 5 по СО, фиксировать ТБ.	Ключ для ТБ, ТБ
2	Клепка лонжерона на прессе	
2.1	Сверлить отверстия в детали поз. 5 через НО в деталях поз. 6, 7 диаметром 4,1 мм.	Пневматическая дрель, сверло диаметром 4,1 мм, втулка обеспечения перпендикулярности
2.2	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.	Ключ для ТБ, ТБ
2.3	Сверлить отверстия в деталях поз. 5-7 через СО диаметром 4,1 мм.	Пневматическая дрель, сверло диаметром 4,1 мм, втулка обеспечения перпендикулярности
2.4	Разобрать детали, очистить от стружки, удалить заусенцы, скрепить обратно на ТБ.	Зенковка для снятия заусенец, пневматическая дрель, щетка-сметка, ключ для ТБ
2.5	Контролировать образованные отверстия	Калибр-пробка, линейка, калибр-перпендикулярности
2.6	Клепать полки лонжерона поз. 6, 7 к стенке лонжерона поз. 5 на прессе.	Клепальный молоток, поддержка, шаблон замыкающей головки
2.7	Контроль заклепочных соединений.	Шаблон замыкающей головки, набор щупов, линейка
3К	Контроль сборки лонжерона в БТК.	
4	Сборка каркаса в сборочном приспособлении	
4.1	Установить собранный лонжерон поз. 5-7 в сборочное приспособление по БО, фиксировать ФБО.	Сборочное приспособление, ФБО
4.2	Установить узлы навески поз. 19, 25 в сборочное приспособление по ОСБ, фиксировать ФОСБ.	Сборочное приспособление, ФОСБ
4.3	Установить концевой нож. поз. 4 в сборочное приспособление на установочную линейку, фиксировать прижимами.	Сборочное приспособление

Схема сборки составляется на основании принятых методов сборки и базирования. 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.



### 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 2.7.

Обратите внимание на то, что данные таблицы 2.7 не должны расходиться с данными таблиц 2.1 и 2.3, представленными ранее.

**Пример:**

Разработанные технические условия на поставку деталей на сборку узла сведены в таблицу 2.7.

Таблица 2.7 – 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 разработать:

- 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 процесса сборки (клепальные, сверлильно-зенковальные головки и т.п.).

### **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 Разработка конструкции сборочной оснастки (подраздел 3.2 ПЗ)

Описать для сборки какого узла предназначено приспособление. Дать описание конструкции приспособления, какого она типа. В каком положении в приспособлении находится собираемый узел.

Дать подробное описание конструкции приспособления:

- 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.

Перечень технологической и контрольной оснастки для изготовления сборочного приспособления представить в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – 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)

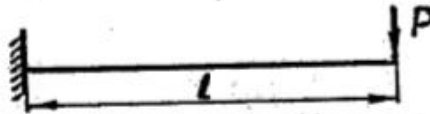
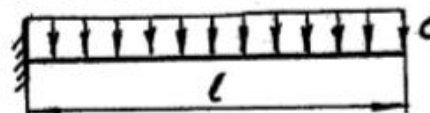
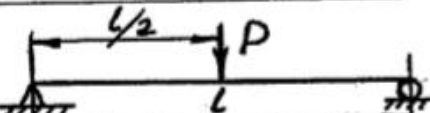
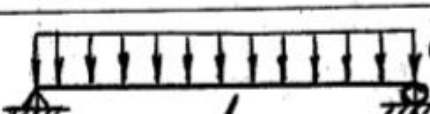
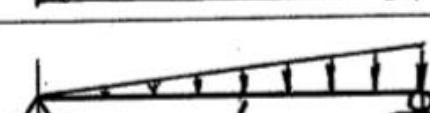
Для расчетов дана выдержка из учебного пособия: Колганов И.М., Филиппов В.В. «Проектирование приспособлений, прочностные расчеты, расчет точности сборки»: Учебное пособие. – Ульяновск: УлГТУ, 2000. – 99с. Страница

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 нагрузжений и деформаций элементов сборочного приспособления, произведем расчет на прогиб верхней продольной балки под воздействием распределенной нагрузки, действующей от веса рубильников, массы самой балки, рамы для фиксации рубильников в отведенном положении и элементов сборочного узла.

На рисунке 3.2 представить схему нагружения балки.

№ № п/п	Вид нагрузки и тип опор
1	
2	
3	
4	
5	

Допустимое значение прогиба балки примем  $f_{доп} = \text{до } 0,4 \text{ мм}$ .

Величина прогиба балки  $f$  просчитывается программно, например с помощью NX. Для этого следует воспользоваться методическими указаниями по балочным системам.

Определяем  $P$  величину нагрузки, действующей на балку, по формуле 3.1

$$P = \sum m \times g = (m_{узда} + m_{присн.}) \times g, \quad (3.1)$$

Данные для расчета сводим в таблицу 3.1.



Таблица 3.1 – Исходные данные для расчета жесткости сборочного приспособления (название узла)

Наименование	Числовое значение	Единицы измерения
1	2	3
Допустимое значение прогиба $f_{доп}$	до 0,4	мм
Исходное сечение балки из швеллера	№14а	
Длина расчетной балки $l$	2,3	м
Масса узла $m_{узда}$	12,6	кг
Масса балки и навешанных на неё элементов $m_{присп.}$	475,4	кг
Величина нагрузки, действующей на балку $P$	по формуле 3.1	Н

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

**Пример:**

Величина нагрузки  $P$ , действующей на балку рассчитывается по формуле:

$$P = (454,1 + 223,5) \cdot 9,8 = 6640,48 \text{ Н}$$

Величина прогиба балки будет определена программно через САПР NX.

Данные расчета показаны на рисунке 3.3.

Швеллер 16а верх рамы. sim1 : Solution 1 Результат  
Subcase - Static Loads 1, Статический шаг 1  
Перемещение - По узлам, Величина  
Мин. : 0.0000, Макс. : 0.0660, Единицы = mm  
Деформация : Перемещение - По узлам Величина

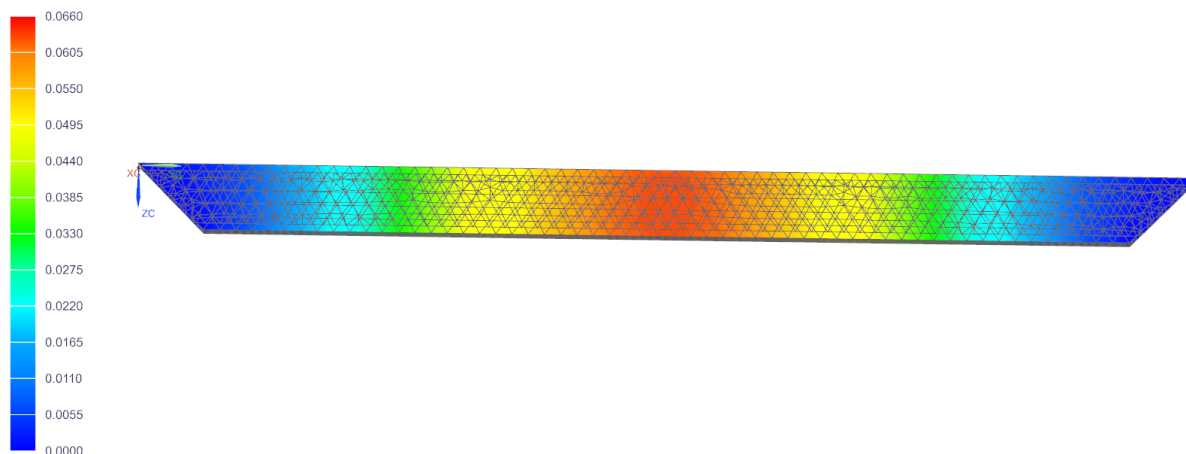


Рисунок 3.3 – Расчёт балки на прогиб

По данным расчета прогиб балки равен 0,066 мм, что не превышает допустимого значения.

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

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

Норма штучного времени ( $T_{шт}$ ) – 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, сметание стружки, удаление отходов). Принимаем в пределах  $a_{об.тех} = 35...45$ .

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

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

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

Для удобства подсчета коэффициенты определения оперативного времени рекомендуется принимать 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 и оформляются в виде таблицы 4.1 в пояснительной записке.

Таблица 3.5 – Нормы времени для переходов сборки клепаных узлов

Нормирование операции	Единица измерения	Норма времени $T_о$ , мин	Норма времени $T_в$ , 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

Продолжение таблицы 3.5 – Нормы времени для переходов сборки клепаных узлов

1	2	3	4
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
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
Покрытие 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.

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

Номер операции/перехода	Наименование операции/перехода	$T_o$ на одну деталь (мин)	$T_b$ на одну деталь (мин)	Кол-во деталей (шт)	$n$ кол-во рабо- чих (чел)	$\Sigma T_o$ (мин)	$\Sigma T_b$ (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  $T_b$  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  $T_b$  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.

$$T_{шк} = T_{шт} + \left( \frac{T_{пз}}{n} \right), \quad (4.3)$$

где:

$T_{пз}$  – 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  $T_{пз}$  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  $a_{пз}$  по формуле 4.4 в пояснительной записке.

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

$a_{пз}$  – 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  $a_{пз} = 80 \dots 120$ . 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  $T_{шт}$ ) на выполнение каждой операции в норма-часах (согласно таблице 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:

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

где:

$T_{шт}$  – 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	T <sub>шт</sub>	n	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
Разработал		Фамилия И.О.				Место
Руководит		Фамилия И.О.				Масштаб
Н.контр.пр.		Фамилия И.О.				
Рецензент		Фамилия И.О.				
						Лист
						Листов
						ГБПОУНО "ИАТ"
						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;

$\alpha$  – 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 ( $\text{м}^2$ );

$S_{\text{пр.ст.}}$  – 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),  $\text{м}^2$ ;

$J$  – 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.

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

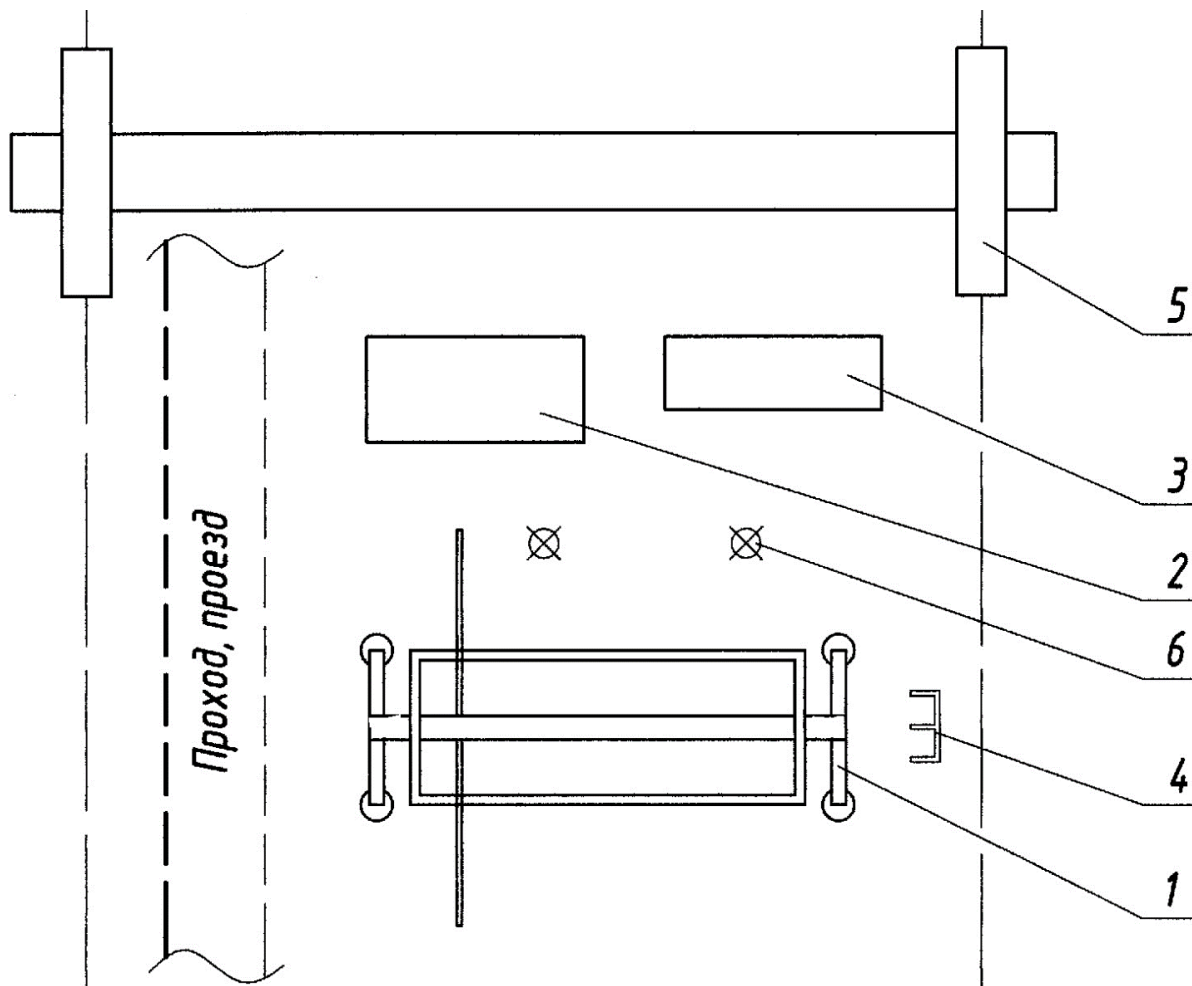
где:

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

$J$  – 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, газ, 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 также информации в пояснительной записке;
- 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**

	<b>ЕСКД, ЕСТД, ЕСТПП</b>
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.
	<b>Материалы</b>
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.
	<b>Профили прессованные</b>
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 углового сечения из алюминиевых и магниевых сплавов.	
ГОСТ 13737-90	Профили прессованные прямоугольные равнополочного углового сечения из алюминиевых и магниевых сплавов.	
ОСТ 1 92093-83	Профили прессованные петлевые из алюминиевых сплавов. Сортамент.	
	<b>Стандартные конструктивные элементы</b>	
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.	
	<b>Дополнительно</b>	
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.	
	<b>Заклепки</b>	
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.	
	<b>Заклепки для автоматической клепки</b>	
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
	<b>Заклепки для двусторонней клепки</b>	
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
	<b>Гайки-пистоны для односторонней клепки</b>	
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
	<b>Заклепки для односторонней клепки пустотелые</b>	
ОСТ 1 10644-72	Заклепки пустотелые с плоско-скругленной головкой.	Материал Д18
ОСТ 1 10645-72	Заклепки пустотелые с потайной головкой 120°.	Материал Д18
	<b>Заклепки для односторонней клепки высокого сопротивления срезу</b>	
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
	<b>Заклепки для односторонней клепки с сердечником</b>	
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
	<b>ССБТ</b>	
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.	
	<b>СП</b>	
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.