

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

РАССМОТРЕНО
На заседании ВЦК С
Протокол № 2
от «15» октября 2025 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

**ПМ.04 Техническое обеспечение производства летательных
аппаратов, разработка технологических процессов и
технологической документации**

**МДК.04.02 Технологическое оборудование и оснастка при
производстве деталей летательных аппаратов и сборочных работ
авиационной техники**

24.02.01 Производство летательных аппаратов

Иркутск 2025

Разработчик:

преподаватель ГБПОУИО «Иркутский авиационный техникум»

Захаров Роман Николаевич

Содержание

Введение.....	4
1 Общие положения	5
1.1 Цель курсового проекта.....	5
1.2 Задание на курсовой проект	5
1.3 Содержание и объем курсового проекта	6
1.4 Порядок выполнения и защиты курсового проекта	7
2 Рекомендации по выполнению разделов курсового проекта	8
2.1 Задание на проект.....	8
2.2 Введение.....	8
2.3 Объект производства	8
2.4 Технологическая часть	16
2.5 Разработка конструкции сборочной оснастки	27
2.6 Раздел «Заключение»	31
2.7 Раздел «Перечень применяемых аббревиатур, сокращений»	31
2.8 Раздел «Список использованных источников».....	31
3 Рекомендации по выполнению чертежно-графической части курсового проекта.....	33
3.1 Выполнение сборочного чертежа узла и сборочного чертежа приспособления для сборки узла.....	33
Перечень используемых аббревиатур, сокращений	35
Список использованных источников	38
Приложение А	39
Приложение Б	40
Приложение В.....	41
Приложение Г	43
Приложение Д.....	44

Введение

При выполнении сборочно-монтажных работ в самолётостроении большое значение имеет комплекс технологического оснащения, включающий различные виды оснастки: сборочную, стыковочную, разделочную, контрольную и др. Сборочные приспособления определяют такие показатели производства, как точность сборки сборочной единицы, производительность процесса сборки и др. Поэтому при проектировании сборочного приспособления важно учитывать различные характеристики сборочного производства: конструктивно-технологические особенности сборочной единицы, состав операций технологического процесса сборки, применяемое оборудование, характер перемещения объектов сборки между рабочими постами и др.

В качестве задания на курсовую работу каждому студенту предлагается тема «Проектирование технологического процесса и средств технологического оснащения при сборке». Объектами сборки являются сборочные единицы, определяемые преподавателем индивидуально для каждого студента, в виде чертежа конструкции сборочной единицы, для сборки которой проектируется сборочное приспособление.

При разработке курсового проекта информация об узле берется из следующих источников:

- теоретическая модель узла;
- летно-технические характеристики;
- схемы;
- фотографии и чертежи самолета-прототипа.

При разработке курсового проекта ставятся такие задачи, как:

- провести анализ конструктивно-технологических характеристик узла;
- разработать схему базирования;
- разработать схему сборки узла;
- выбрать метод обеспечения взаимозаменяемости;
- определить технические условия поставки деталей на сборку;
- разработать сборочное приспособление для сборки узла;
- провести расчеты допустимых нагрузжений и деформаций элементов сборочного приспособления.

В ходе выполнения курсового проекта применяются навыки работы в «NX», «INVENTOR», «AutoCAD», «Компас», на примере узла изучаются процессы проектирования сборочного приспособления и технологического процесса сборки для сборочной единицы.

1 Общие положения

1.1 Цель курсового проекта

Целью курсового проекта является формирование общих и профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС специальности, формирование практического опыта, знаний и умений обучающихся, приобретение студентами навыков комплексного анализа производственных условий необходимых для разработки технологического процесса и средств технологического оснащения при сборке предлагаемой сборочной единицы.

1.2 Задание на курсовой проект

В качестве задания на курсовой проект каждому студенту предлагается узел конструкции самолета. Узлы студенты могут подбирать из предложенных преподавателем вариантов, из специальной литературы, проектировать самостоятельно, либо подбирать на производственной практике.

При выборе задания необходимо учитывать следующие требования:

- узел должен содержать не менее 5 и не более 10 деталей различного наименования (без учета повторяемости деталей и крепежных элементов);
- узел должен содержать детали, выходящие на аэродинамический обвод или иметь контуры ему эквидистантные;
- узел должен быть объемным, иметь обшивку, продольный и поперечный набор, силовые элементы;
- одна из деталей из листового материала обязательно должна иметь конструктивные элементы, такие как борт, отбортовки (тип 1,2,3), подсечки, рифты жесткости, вырезы под стрингеры и т.д. (количество и тип конструктивных элементов не регламентируется);
- как минимум одна из деталей обязательно должна быть из прессованного профиля, должна выходить на теоретический контур, иметь кривизну и как минимум подсечку;
- остальные детали должны обеспечивать жесткость и прочность узла и выполняются в общей конструктивно-силовой схеме узла.

В курсовом проекте для заданного узла необходимо:

- дать описание объекта производства;
- выполнить конструктивно-технологический анализ узла;
- определить маршрутное описание технологического процесса сборки узла;
- разработать схему базирования узла при сборке;
- разработать операционное описание технологического процесса сборки узла;
- выполнить расчет допустимых деформаций и нагрузений сборочного приспособления;
- выполнить проект сборочного приспособления для сборки узла и оформить чертежно-графическую документацию;
- разработать сборочный чертеж приспособления для сборки узла (формат А1 или А0).

1.3 Содержание и объем курсового проекта

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и графических материалов, выполненных на бумаге и материалы проекта в электронном виде на электронном носителе. Электронный носитель содержит пояснительную записку в текстовом формате, чертежи и рисунки в графическом формате.

Пояснительная записка объемом 25-35 страниц печатного текста формата А4 должна содержать:

Титульный лист

Лист задания на курсовой проект

Введение

1 Объект производства

1.1 Конструктивно-технологическая характеристика сборочного узла

1.2 Технические требования на сборку узла

1.3 Разработка схемы увязки заготовительной и сборочной оснастки

1.4 Расчет анализа технологичности

2 Разработка технологического процесса сборки узла

2.1 Обоснование проектируемого технологического процесса сборки узла

2.2 Выбор метода базирования узла

2.3 Разработка технологического процесса сборки узла

2.4 Технические условия на поставку деталей для сборки

3 Разработка конструкции сборочной оснастки

3.1 Технические условия на проектирование приспособления для сборки узла

3.2 Описание конструкции сборочного приспособления

3.3 Расчет допустимых нагрузжений и деформации элементов сборочного приспособления

Заключение

Перечень применяемых аббревиатур, сокращений

Список использованных источников

Приложение. Графические и текстовые документы

Пояснительная записка должна содержать необходимые обоснования, пояснения и иллюстрации. В конце каждого раздела необходимо сформулировать выводы. Не следует приводить длинные выписки из учебников и технической литературы. Наиболее ценным являются собственные мысли, решения и выводы. Они повышают качество проекта и влияют на итоговую оценку.

Записка должна оформляться в соответствии с требованиями ГБПОУИО «ИАТ» согласно методическим указаниям по оформлению курсового и дипломного проектов для специальности 24.02.01 Производство летательных аппаратов, а также ГОСТ 7.32-2017 и ГОСТ 2.105-2019. Страницы текста и включенные в ПЗ иллюстрации и таблицы должны соответствовать формату А4 по ГОСТ 9327-60.

Графическая часть курсового проекта включает сборочный чертеж узла (формат А1 или А0) и спецификацию (формат А4) и чертеж сборочного приспособления (формат А1 или А0) и спецификацию к нему (формат А4).

Все графические материалы должны оформляться в соответствии с требованиями ЕСКД.

1.4 Порядок выполнения и защиты курсового проекта

Проект считается законченным, если выполнены все разделы в соответствии с предъявляемыми требованиями.

Готовый проект защищается перед аудиторией (студентами группы и преподавателем). На защите проекта обучающийся выступает с кратким сообщением по проекту. При этом в докладе обучающийся кратко излагает содержание работы, используя заранее подготовленный текст или план-конспект, а так же наглядные пособия (чертежи). Выступление должно содержать общую характеристику работы, цели, задачи, объект, методы исследования, полученные результаты, обоснованные выводы, теоретическую и практическую значимость работы.

Курсовые проекты в электронном виде вместе с чертежами и ПЗ сдаются руководителю. Руководитель помещает данные файлы на диск R через председателя ВЦК. Структура содержания папки для передачи руководителю изображена на рисунке 1.1.

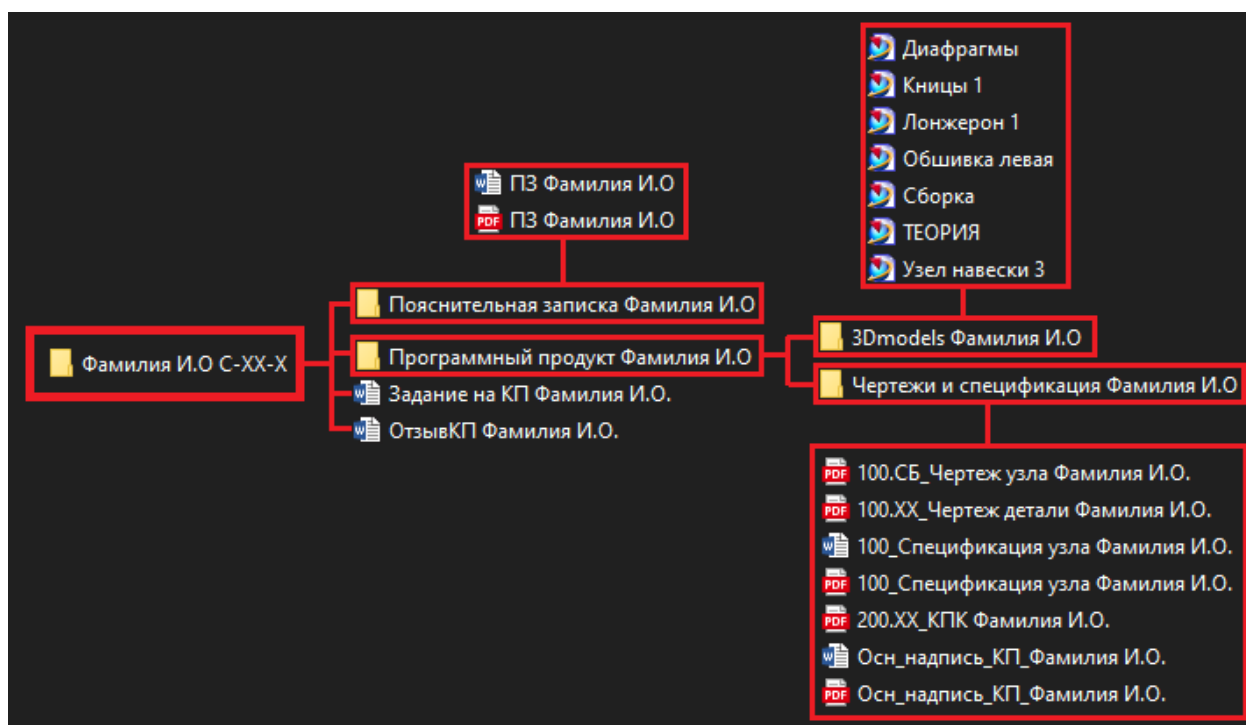


Рисунок 1.1 – Структура содержания папки

После защиты материалы проекта сдаются преподавателю (руководителю курсового проекта), а затем в архив, где должны храниться до окончания обучающимися обучения в техникуме.

2 Рекомендации по выполнению разделов курсового проекта

2.1 Задание на проект

Преподаватель (руководитель курсового проекта) на основании исходных материалов разрабатывает и выдает обучающемуся индивидуальное задание на курсовой проект, которое содержит следующие данные:

- исходные данные (сборочный чертеж);
- общие требования при выполнении курсовой работы;
- перечень материалов, представляемых к защите;
- график выполнения курсового проекта.

2.2 Введение

Раскрывается актуальность и значение темы, формулируются цели и задачи работы. Качественное введение на курсовой проект должно занимать не менее одной страницы. Введение рекомендуется писать поэтапно в процессе выполнения работы, описывая проблемы и решения, выявленные в ходе работы. Лист введения, как и последующие листы пояснительной записки, оформляются в соответствии с ГОСТ 2.104 форма 2а.

2.3 Объект производства

В данном разделе предоставляются данные о самолете, история проектирования и производства самолета (и/или самолета-прототипа), его аэродинамические и тактико-технические характеристики, конструктивные особенности, применяемые материалы. Описание самолета должно содержать подробную характеристику объемом около страницы.

2.3.1 Конструктивно-технологическая характеристика сборочного узла

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:

Узел «Элерон самолёта S-21A (правый борт)», с номером сборочной единицы КП.24.02.01.XX.XXX.XX.100.СБ, располагается в концевой части крыла самолета между нервюрами 18 и 26. Относится к органам управления самолёта. Предназначен для управления углом крена самолёта, при этом элероны отклоняются дифференциально, то есть, в противоположные стороны: для крена самолёта вправо правый элерон поворачивается вверх, а левый – вниз и наоборот. Принцип действия элеронов состоит в том, что у части крыла, расположенной перед элероном, поднятым вверх, подъёмная сила уменьшается, а у части крыла перед опущенным элероном подъёмная сила увеличивается; создаётся момент силы, изменяющий скорость вращения самолёта вокруг оси, близкой к продольной оси самолёта. В нейтральном положении является продолжением крыла с его обычным профилем. Данная конструкция имеет 1 фиксированный кронштейн крепления к крылу, 1 шарнирно-плавающий кронштейн для компенсаций разницы изгиба крыла и элерона под нагрузками и 1 кронштейн крепления тяги от крыла.

Габаритные размеры элерона:

- длина xxx мм;
- ширина xxx мм;
- толщина (высота) xxx мм.

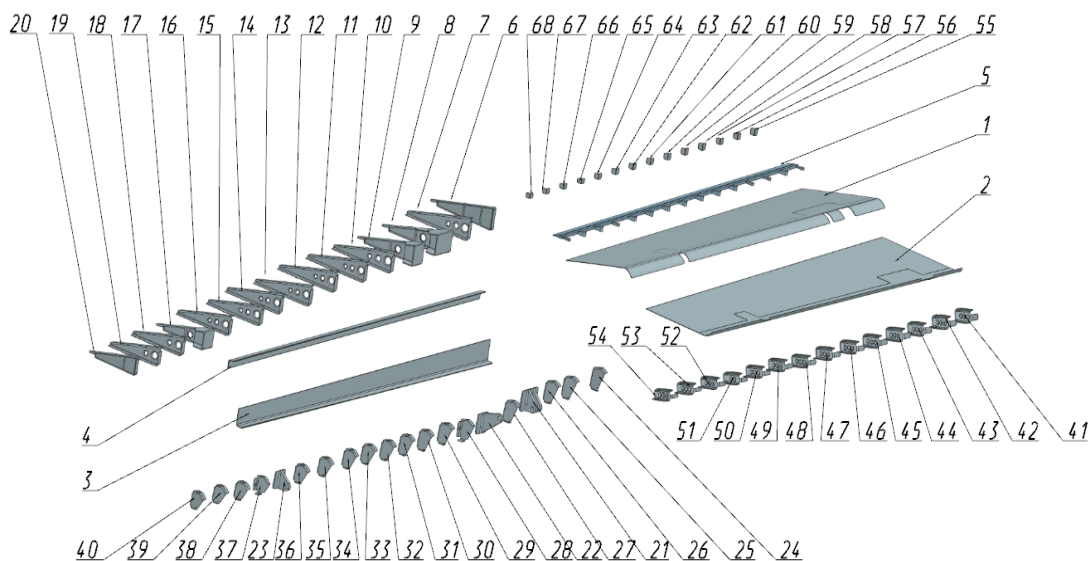
Масса узла: xx,х кг.

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

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

Пример:

Конструктивно-технологическое членение узла представлено на рисунке 1.1.



1 – Обшивка верх; 2 – Обшивка низ; 3 – Стенка лонжерона; 4 – Полка лонжерона;
5 – Концевой нож; 6 – Хвостовая часть нервюры 1; 7 – Хвостовая часть нервюры 2;
8 – Хвостовая часть нервюры 3; 9 – Хвостовая часть нервюры 4; 10 – Хвостовая часть нервюры 5; 11 – Хвостовая часть нервюры 6; 12 – Хвостовая часть нервюры 7;
13 – Хвостовая часть нервюры 8; 14 – Хвостовая часть нервюры 9; 15 – Хвостовая часть нервюры 10; 16 – Хвостовая часть нервюры 11; 17 – Хвостовая часть нервюры 12;
18 – Хвостовая часть нервюры 13; 19 – Хвостовая часть нервюры 14; 20 – Хвостовая часть нервюры 15; 21 – Узел навески 1; 22 – Узел тяги; 23 – Узел навески 2; 24-40 – Диафрагма нервюры; 41-53 – Стенка 1; 54-67 – Стойка 1-14.

Рисунок 1.1 – Конструктивно-технологическое членение узла

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

Пример:

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

Таблица 1.1 – Конструктивно-технологическая характеристика соединений

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

В столбце «Крепёжный элемент» указывается конкретный крепёжный элемент из ГОСТ, ОСТ или иного документа, соответствующий расчетам. Длина заклепки определяется по ОСТ 1 34102-80 под конкретную толщину пакета.

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

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

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

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

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

- свободный или двухсторонний доступ – позволяет устанавливать крепёжные 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.

2.3.2 Технические требования на сборку узла

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

В технических условиях необходимо указать:

1. Допуски на отклонение от аэродинамического контура теоретического (под каждый разрабатываемый самолет будут разрабатываться отдельно).
2. Допуски на отклонение от элементов каркаса планера.
3. Допуски на отклонение стыков деталей (ОСТ 1 02507-92 для дозвуковых самолетов, ОСТ 1 02581-86 для сверхзвуковых самолетов).
4. Шаги заклепок в заклепочных швах по ОСТ 1 00016-71.
5. Неуказанные предельные отклонения размеров, допуски формы и расположения поверхностей – по ОСТ 1 00022-80.
6. И т.д.

Для определения величин допускаемых отклонений по аэродинамическому контуру пользоваться таблицей 2.1

Таблица 2.1 – 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 2.2

Таблица 2.2 – 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 элерона самолёта S-21А (правый борт) должна обеспечивать взаимную стыковку с другими узлами и должна удовлетворять требованиям чертежа, инструкций и технических условий.

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

1. Допускаемое отклонение от теоретического контура ±1,5 мм.
2. Допускаемое отклонение по оси лонжерона ±1,5 мм.
3. Допускаемое отклонение по осям нервюр ±0,5 мм.
4. Допускаемое отклонение по оси стенки ±2,0 мм.
5. Допускаемое отклонение по оси вращения ±0,1 мм.
6. Допускаемое отклонение по оси крепления тяги ±0,2 мм.
7. Выступание головок заклепок ±0,1мм (ОСТ 1 02507-92).
8. Выступание или западание головок болтов для обшивок толщиной 2,0 мм ±0,2 мм (ОСТ 1 02507-92).
9. ...
10. Неуказанные предельные отклонения размеров, допуски формы и расположения поверхностей – по ОСТ 1 00022-80.
11. Клепку выполнять по ПИ 249-2009.
12. Болтовые соединения по РТМ 1.4.1941-89.
13. Отверстия под болты по ОСТ 1 10569-72 выполнять Н7 с шероховатостью $\sqrt{Ra0,8}$.
14. Крепеж нервюр со стенкой, стойки с нервюрами и стенкой ставить на грунтовке ЭП-0215.
15. Крепеж по поз. 1-6, 20 ставить на герметик У30МЭС-5НТ ТУ 38 1051436-88 по ПИ 1.2.290-85 и ОСТ 1 42315-86.
16. После сборки заклепочные швы, головки болтов, выступающие резьбовые части вместе с гайками покрыть грунтовкой ЭП-0215.470 ОСТ 1 90055-85.

2.3.3 Выбор метода обеспечения взаимозаменяемости

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.

Схему увязки и обеспечения взаимозаменяемости необходимо представить на рисунке, как показано в примере.

Пример:

1.3 Разработка схемы увязки заготовительной и сборочной оснастки

Схема увязки и обеспечения взаимозаменяемости представлена на рисунке 1.2.

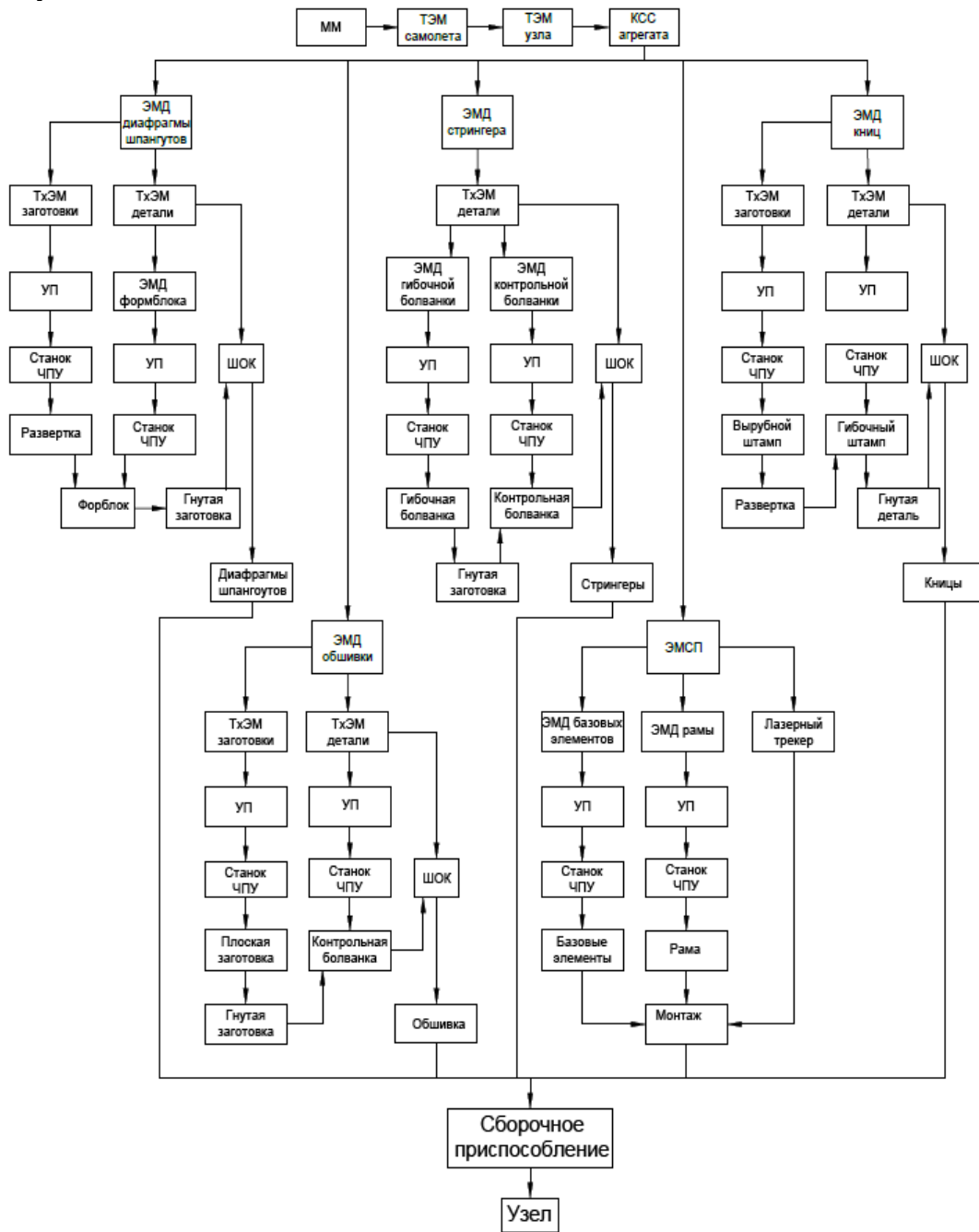


Рисунок 1.2_– Схема увязки и обеспечения взаимозаменяемости(наименование узла)

Перечень технологической и контрольной оснастки для изготовления деталей сборочного узла в цехах ЗИП представить в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Перечень технологической и контрольной оснастки для изготовления деталей в ЗПП

Деталь	Метод обработки	Источник информации о геометрии элемента	Оснастка для образования элемента	Средства контроля геометрии и отверстий
Нервюры	Гибка эластичной средой	ЭМД ТхЭМ детали, ТхЭМ заготовки	Формблок	ШК, ШР
Стойки	Обрезка	ЭМД ТхЭМ детали	Отрезной станок	ШОК
Стрингер	Обрезка, подсекание	ЭМД ТхЭМ детали	Отрезной станок, подсечной штамп	ШКС подсечки, ШОК

В конце каждого раздела формируется вывод, который полностью отражает достигнутый этап выполнения курсового проекта.

Пример:

Вывод: Для разрабатываемой конструкции составлено описание входящих элементов. На конструкцию заданы технические требования, которые обеспечат изделие требуемым эксплуатационным качествам совместно с технологическими возможностями.

2.4 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 КП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ.100.СБ и спецификация КП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ.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.

2.4.1 Обоснование проектируемого технологического процесса сборки узла

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 2.4 – Методы базирования и их характеристики

Методы базирования	Характеристики методов базирования
1	2
Базирование по разметке	Базирование по разметке применяется в отдельных переходах технологического процесса там, где технически невозможно или экономически нецелесообразно избежать разметки либо при опытном и единичном производстве. Для выполнения фиксации требуются универсальные прижимные инструменты – струбицыны.
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.
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 устанавливают на него обшивку.

Продолжение таблицы 2.4 – Методы базирования и их характеристики

1	2
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.

2.4.2 Выбор метода базирования

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

Первоначально назначают методы базирования для деталей, выходящих на обвод, далее стыковых деталей, затем для силовых деталей каркаса, потом для не силовых каркасных деталей, и, в последнюю очередь, для оставшихся деталей.

При назначении методов базирования необходимо привести краткое обоснование выбора. Так же приводится схема базирования с применением специальных условных обозначений. Для выбранного метода базирования произвести расчет ожидаемой погрешности, сравнить с допусковым отклонением на обвод и сделать вывод о правильности выбора сборочной базы.

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

Пример:

2.2 Выбор метода базирования

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

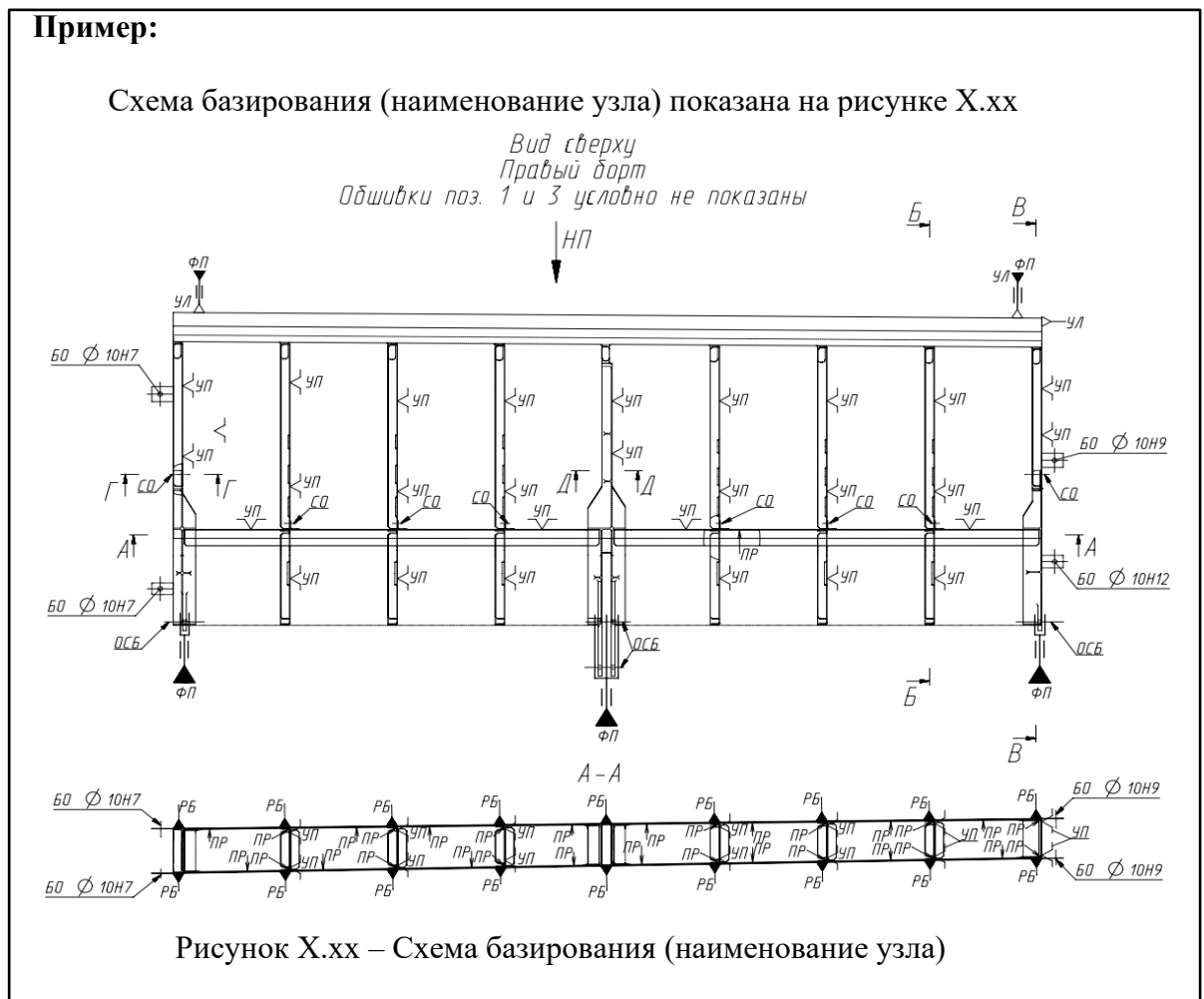
Определим состав баз для базирования деталей, разбив их на группы по выбранному методу базирования. В таблице 2.1 приведён выбор состава баз для сборки (*наименование узла*) в сборочном приспособлении.

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

Наименование детали	Обозначение детали	Выбранный метод базирования
Обшивка лобовая	КП.24.02.01.ХХ.ХХХ.Х Х.100.001	Поверхность каркаса, БО к приспособлению
Лонжерон	КП.24.02.01.ХХ.ХХХ.Х Х.100.004	БО к кронштейнам
Нервюра 1-7	КП.24.02.01.ХХ.ХХХ.Х Х.100.011-017	Упоры, поверхности рубильников
Кницы 1; 2	КП.24.02.01.ХХ.ХХХ.Х Х.100.018; -019	По разметке и поверхностям нервюр и стрингеров
Носок нервюры 1-5	КП.24.02.01.ХХ.ХХХ.Х Х.100.021-025	Упоры, поверхности рубильников
Концевой нож	КП.24.02.01.ХХ.ХХХ.Х Х.100.005	Установочная линейка, прижимы

Соответственно назначенному составу баз выполняется схема базирования деталей с использованием специальных обозначений.

На рисунках 2.1 и т.д. представить схемы базирования узла в сборочном приспособлении.



Необходимо обратить особое внимание на то, что все базы, указанные в столбце «Выбранный метод базирования» таблицы 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.

Дополнительная информация в учебном пособии 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. Страница 11-16 ВЫБОР ВАРИАНТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ И ЕГО ОСНАЩЕНИЯ (РАЗРАБОТКА КОМПОНОВКИ), таблица 1.4 – Условные обозначения базируемых поверхностей изделий, базовых и зажимных элементов приспособлений на схемах базирования и сборки.

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	

2.4.3 Разработка схемы сборки узла

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

Схема сборки составляется на основании принятых методов сборки и базирования. Установленную последовательность сборки отражают в виде графической схемы с обозначением выполняемых операций (переходов), указанием порядковых номеров деталей или позиций (согласно спецификации), и с указанием элементов базирования.

На основании таблицы 2.3 составляется графическое представление схемы сборки, которое изображается на рисунке 2.____.

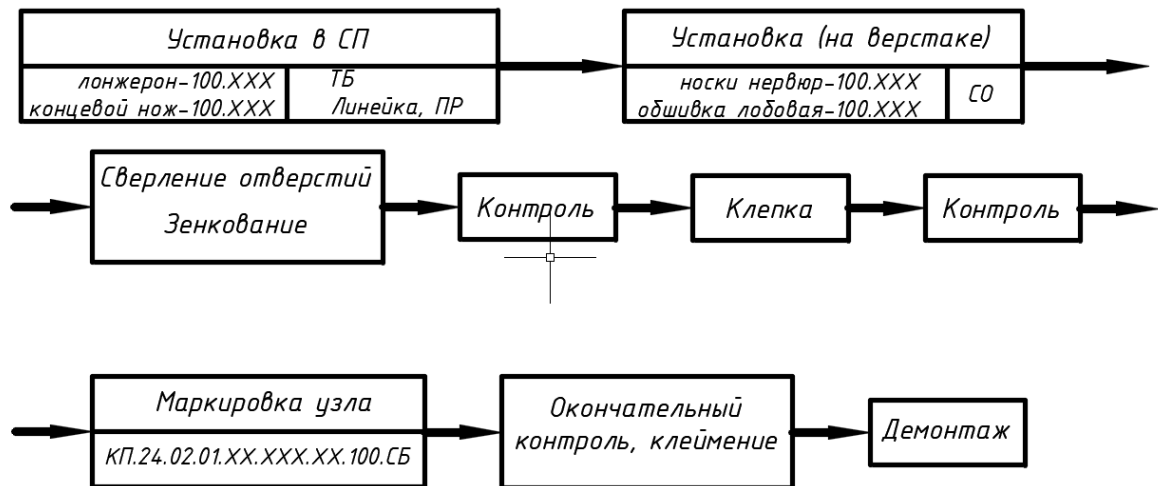


Рисунок 2.____ – Схема сборки (название узла)

2.4.4 Технические условия на поставку деталей для сборки узла

Подробно с информацией можно ознакомиться в учебном пособии 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. Страница 18-19 Условия поставки деталей и сборочных единиц на сборку.

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 2.6.

Таблица 2.6 – Технические условия на поставку деталей для сборки узла

Наименование детали	Обозначение детали	Степень законченности
1	2	3
Стенка лонжерона	КП.24.02.01.XX.XXX.XX.1 00.004	8 СО Ø3,1 мм для сборки с полками лонжерона поз. 6,7; 1 БО Ø8Н9 для фиксации на приспособлении; 1 БО Ø8Н11 для фиксации на приспособлении..
Полки лонжерона	КП.24.02.01.XX.XXX.XX.1 00.005, 006	4 СО Ø3,1 мм для сборки со стенкой лонжерона; НО Ø2.7 мм под заклепки.
Обшивка верх	КП.24.02.01.XX.XXX.XX.1 00.002	4 СО Ø3,1 мм для сборки с стрингером поз. 8; 1 БО Ø10Н7 для фиксации на приспособлении; 1 БО Ø10Н12 для фиксации на приспособлении.
И т.д.		

Итогом описания являются вывод.

2.5 Разработка конструкции сборочной оснастки

2.5.1 Технические условия на проектирование приспособления для сборки узла

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:

Тип приспособления. Высота рабочей зоны от уровня пола (в мм).

Положение узла в сборочном приспособлении (вертикально, горизонтально);

Приспособление должно иметь (перечислить согласно спецификации);
 Монтаж приспособления производить по ЭМСП сборочного узла.

Обеспечение возможности выемки собранного узла (вправо и вверх относительно направления полета и т.д.).

Пример:

Приспособление рамного типа. Высота рабочей зоны от пола до нижней балки 600 мм, от пола до верхней балки составляет 1800 мм.

Приспособление должно иметь:

- рубильники с упорами и прижимами для фиксации деталей;
- фиксаторы ОСБ для кронштейнов навески за отверстия;
- линейку для установки концевого ножа;
- раму для фиксации рубильников в отведенном положении.

Монтаж приспособления производить по ЭМСП закрывка.

2.5.2 Описание конструкции сборочного приспособления

Описать для сборки какого узла предназначено приспособление. Дать описание конструкции приспособления, какого она типа. В каком положении в приспособлении находится собираемый узел (например: перпендикулярно направлению полета вперед или иное).

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

2.5.3 Расчет допустимых нагрузжений и деформаций элементов сборочного приспособления

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.

На рисунке 3.1 представить общий вид сборочного приспособления.

Для упрощения расчетов допустимых нагрузжений и деформаций элементов сборочного приспособления произведем расчет на прогиб нижней продольной балки под воздействием распределенной нагрузки, действующей от веса рубильников, элементов сборочного приспособления и элементов сборочного узла.

На рисунке 3.2 представить схему нагружения балки в пояснительной записке.

Типовые схемы нагружения балок представлены на рисунке 2.2. Приведенная схема нагружения представлена в примере.

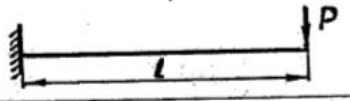
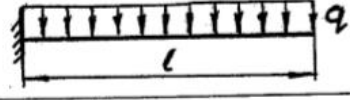
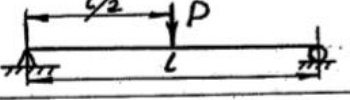
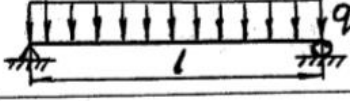

№ № п/п	Вид нагрузки и тип опор	A	k	k/A
1		1/3	1	3
2		1/8 ($P = ql$)	1/2 ($P = ql$)	4
3		1/48	1/4	12
4		5/384 ($P = ql$)	1/8 ($P = ql$)	9,6
5		0,01304 ($x=0,519$) ($P = ql/2$)	0,128 ($x=0,577$) ($P = ql/2$)	9,8

Рисунок 2.2 – Схемы нагружения балок и способы закрепления

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

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

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

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

где:

P – величина нагрузки, Н;

l – длина балки между опорами, м;

EJ_x – жесткость профиля, Нсм² (Нм²), определяется по таблице;

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

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

Таблица 6.1

Типы и рекомендуемые сечения швеллерных балок

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

Определяем P величину нагрузки, действующей на балку по формуле 3.2

$$P = \sum m \times g = (m_{\text{узла}} + m_{\text{б}} + m_{\text{присп.}}) \times g \quad (3.2)$$

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 $f_{\text{доп}}$	до 0,4	мм
Исходное сечение балки из швеллера	№18а	
Длина расчетной балки l	2,3	м
Масса узла $m_{\text{узла}}$	12,6	кг
Масса балки под нагрузкой $m_{\text{б}}$	110	Кг
Масса балки и навешанных на неё элементов $m_{\text{присп.}}$	475,4	кг
Величина нагрузки действующей на балку P	по формуле 3.2	Н
Жесткость профиля EJ_x	по таблице	(Н×м ²)
Коэффициент, зависящий от вида нагрузки на опору A	по таблице	-

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

Пример:

Величина нагрузки P , действующей на балку рассчитывается по формуле:

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

Определим величину прогиба балки:

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

2.6 Раздел «Заключение»

В этом разделе учащийся подводит итоги проведенной работы и полученных результатах.

2.7 Раздел «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 данных методических указаниях или в методических указаниях по выполнению курсового и дипломного проекта.

2.8 Раздел «Список использованных источников»

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

2.9 Раздел «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 "Закрылок крыла самолета МиГ-29"
КП.24.02.01.ХХ.ХХ.ХХ.100.СБ | Формат А1 | – | 1 лист |
| 2. | Спецификация к сборочному чертежу "Закрылок крыла самолета МиГ-29"
КП.24.02.01.ХХ.ХХ.ХХ.100.00 | Формат А4 | – | _ листов |
| 3. | Сборочный чертеж "Приспособление для сборки закрылка крыла самолета МиГ-29"
КП.24.02.01.ХХ.ХХ.ХХ.200.СБ | Формат А1 | – | 1 лист |
| 4. | Спецификация к чертежу "Приспособление для сборки закрылка крыла самолета МиГ-29"
КП.24.02.01.ХХ.ХХ.ХХ.200.00 | Формат А4 | – | _ листов |

Обратите внимание, что чертежи формата А1 и А0 сдаются в электронном виде, не распечатываются. Распечатать необходимо лист с основной надписью (смотрите листы приложения Г, Д, Е, Ж), для получения подписи руководителя курсового проекта. Спецификации к сборочному чертежу узла распечатываются и вшиваются в пояснительную записку.

Листы данного раздела в нумерацию пояснительной записки не включаются.

3 Рекомендации по выполнению чертежно-графической части курсового проекта

При разработке чертежно-графической части рекомендуется использовать следующие САПР: NX, Inventor, AutoCAD, Компас.

3.1 Выполнение сборочного чертежа узла и сборочного чертежа приспособления для сборки узла

Сборочный чертеж узла выполняется на формате А1 (ГОСТ 2.301-68), при необходимости А0 (ГОСТ 2.301-68) с основной надписью по ГОСТ 2.104-2006. К чертежу прилагается заполненная спецификация по форме 2 и 2а ГОСТ 2.106-96.

Пример заполнения основной надписи чертежей и спецификаций представлен в приложениях:

- Пример оформления листа с основной надписью для спецификации сборочного чертежа узла (приложение В);
- Пример оформления листа с основной надписью для сборочных чертежей узла и приспособления для сборки узла (приложение Г);
- Пример оформления листа с основной надписью для спецификации сборочного чертежа приспособления для сборки узла (приложение Д).

Чертеж выполняется согласно ГОСТ 2.109-73 Основные требования к чертежам. На чертеже указываются позиции по спецификации. Графика чертежа полностью отражает конструкцию сборочного узла.

Требования, предъявляемые к сборочному чертежу:

- Для основного вида чертежа задано направление полета, вид (изнутри/снаружи), борт (правый/левый), агрегат (правый/левый);
- Заданы и подписаны теоретический контур и базовые оси (либо дистанции от базовых осей), в соответствии с расположением узла на самолете;
- Типы и толщины линий по ГОСТ 2.303-68;
- Шрифты по ГОСТ 2.304-81;
- Масштабы видов и сечений по ГОСТ 2.302-68;
- Графическое обозначение материалов (штриховка) по ГОСТ 2.306-68;
- Крепежные элементы в чертеже показаны условно (оси). Для них указаны необходимые размеры перемычек и шагов. Для заклепочных соединений, согласно ОСТ 1 00016-71;
- 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;
- Маркировка и клеймение (для деталей БЧ и узла) по ГОСТ 2.314-68;
- Обозначение шероховатости по ГОСТ 2.309-73 (достаточно общего обозначения для всех деталей в верхнем правом углу чертежа), шероховатость задавать по шкале Ra.

Данные в спецификации, записанные в графе материалы должны соответствовать указанным стандартам и чертежу, а также информации в пояснительной записке.

Перечень используемых аббревиатур, сокращений

АБ	– анкерный болт
АГ	– анкерная гайка
БО	– базовое отверстие
БТК	– бюро технического контроля
БЧ	– без чертежа
ВСГ	– верхняя строительная горизонталь
ВЗ	– воздухозаборник
ВКР	– выпускная квалификационная работа
ВО	– вертикальное оперение
ВЦК С	– выпускающая цикловая комиссия ПЛА
ГО	– горизонтальное оперение
ГОСТ	– государственный стандарт
ГЭК	– государственная экзаменационная комиссия
Дет.	– деталь
Дист.	– дистанция
Докум.	– документ
ДП	– дипломный проект
ЕСКД	– единая система конструкторской документации
ЕСТД	– единая система технологической документации
ЕСТПП	– единая система технологической подготовки производства
Закр.	– закрылок
Зенк.	– зенковка, зенковать
ЗШП	– заготовительно-штамповочное производство
Изв.	– извещение
Изм.	– изменение
ИО	– инструментальное отверстие
ИРК	– инструментально-раздаточная кладовая
КД	– конструкторские документы
КИМ	– контрольно-измерительная машина
КИМ	– коэффициент использования материала
Кол.	– количество
КП	– курсовой проект
Кр-н	– кронштейн
КСС	– конструктивно-силовая схема
КФО	– координатно-фиксирующее отверстие
КЭМ	– конструктивный электронный макет
ЛБ	– левый борт
ЛЖ	– ложемент
Лев.	– левый
Лит	– литера (из основной надписи)
Л-н	– лонжерон
МГ	– мотогондола
ММ	– математическая модель

МУ	–	методические указания
НО	–	направляющее отверстие
<u>НП</u>	–	направление полета
Н-ра	–	нервюра
НСГ	–	нижняя строительная горизонталь
НЧК	–	носовая часть крыла
ОП	–	оперение
ОСБ	–	отверстия под стыковые болты
ОСС	–	ось симметрии самолета
ОСТ	–	отраслевой стандарт
Ось л-на	–	ось лонжерона
Ось н-ры	–	ось нервюры
Ось С	–	ось симметрии
Ось стр.	–	ось стрингера
Ось шп.	–	ось шпангоута
Отв. Ø	–	отверстие (значок Ø ставится от 8 мм)
ПГО	–	переднее горизонтальное оперение
ПДБ	–	планово-диспетчерское бюро
ПЗ	–	пояснительная записка
ПЛА	–	производство летательных аппаратов
Плоск.	–	плоскость
Поз.	–	позиция
ППР	–	план производственного расчета
ПР	–	прижим
Пр. Б	–	правый борт
Прав.	–	правый
Примеч.	–	примечание
Пров.	–	проверил
ПСС	–	плоскость симметрии самолета
Поверхн.	–	поверхность
ПУ	–	программное управление
ПШМ	–	плазово-шаблонный метод
ПШО	–	плазово-шаблонная оснастка
Разраб.	–	разработал
РБ	–	рубильник
РВ	–	руль высоты
РЖ	–	ребро жесткости
РП	–	руль поворота
Руков.	–	руководитель (проекта)
САПР	–	система автоматизированного проектирования
СБ	–	сборочный чертеж
СГФ	–	строительная горизонталь фюзеляжа
Сеч.	–	сечение

СНиП	– строительные нормы и правила
СО	– сборочное отверстие
СП	– сборочное приспособление
СП	– свод правил
СПК	– строительная плоскость крыла
ССБТ	– система стандартов безопасности труда
С-т	– самолет
Станд.	– стандарт, стандартный
Стр.	– стрингер
ТД	– технологические документы
Теор.	– теоретический
ТЗ	– техническое задание
ТИ	– технологическая инструкция
ТК	– теоретической контур
ТО	– технологическое отверстие
ТСО	– технологические сборочные отверстия
ТТ	– технические требования
ТУ	– технические условия
ТхЭМ	– технологический электронный макет
ТЭМ	– теоретический электронный макет
УБО	– установочные базовые отверстия
УП	– упор
УП	– управляющая программа
Форм.	– формат
Ф-ж	– фюзеляж
ЦГ	– цикловой график
Ц-н	– центроплан
ЦГ	– цикловой график
ЧПУ	– станок с числовым программным управлением
ШВК	– шаблон внутреннего контура
ШГ	– шаблон гибки
ШКС	– шаблон контура сечения
ШО	– шпилечное отверстие
ШОК	– шаблон обрезки кондуктор
ШР	– шаблон развертки
Шп.	– шпангоут
ЭВМ	– электронно-вычислительная машина
ЭМД	– электронный макет детали
ЭМИ	– электронная модель изделия
ЭМСР	– 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. Бородкин А.А. Методы обеспечения взаимозаменяемости в самолетостроении. М.: Изд. МАИ, 1993.
4. Бойцов В.В. и др. Сборка агрегатов самолета: Учеб. Пособие для студентов, обучающихся по специальности «Самолетостроение»/ В.В. Бойцов, Ш.Ф. Ганиханов, В.Н. Крысин. – М.: Машиностроение, 1988.- 152 с.
5. Григорьев В.П. Сборка клепаных агрегатов самолетов и вертолетов. Уч. пособие. – М.: Машиностроение, 1975. - 344 с.
6. Методические указания по оформлению курсового и дипломного проектов для специальности 24.02.01 Производство летательных аппаратов – ГБПОУИО «ИАТ». Электронный ресурс.
7. Методические указания по выполнению дипломного проекта для специальности 24.02.01 Производство летательных аппаратов – ГБПОУИО «ИАТ». Электронный ресурс.

Пример оформления титульного листа курсового проекта

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

КП.24.02.01.ХХ.ХХХ.ХХ.ПЗ

↓ ↓ ↓
1 2 3

- 1 – год выполнения работы
- 2 – номер группы
- 3 – порядковый номер по журналу

**ЗАКРЫЛОК КРЫЛА САМОЛЕТА МиГ-29.
ПРОЕКТ СБОРОЧНОЙ ОСНАСТКИ**

Руководитель: _____ (И.О.Фамилия)
(Подпись, дата)

Студент: _____ (И.О.Фамилия)
(Подпись, дата)

Выполнено с оценкой _____

Иркутск 2021

Пример оформления задания на курсовой проект

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

УТВЕРЖДАЮ:
Председатель ВЦК

ФИО
«__» _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ на курсовой проект

по МДК.02.04 Разработка рабочего проекта с применением ИКТ

студент(у) IV курса учебной группы С – _____

Фамилия Имя Отчество
(фамилия, имя, отчество)

Тема:

Начало проектирования: «__» _____ 20__ г.
Срок представления к защите: «__» _____ 20__ г.

Руководитель:

(фамилия, инициалы)
«__» _____ 20__ г.

Фамилия И.О.

Студент:

(фамилия, инициалы)
«__» _____ 20__ г.

Фамилия И.О.

Указания к выполнению проекта

Целью курсового проекта является приобретение студентами навыков комплексного анализа производственных условий необходимых для разработки сборочного приспособления для сборки предлагаемой сборочной единицы.

Исходные данные:

- сборочный чертеж узла.

В результате выполнения курсового проекта необходимо выполнить:

- провести анализ конструктивно-технологических характеристик узла;
- разработать технические требования на сборку узла;
- провести обоснование проектируемого технологического процесса сборки;
- разработать схему базирования;
- разработать схему сборки;
- выбрать метод обеспечения взаимозаменяемости;
- определить технические условия на поставку деталей для сборки;
- разработать сборочное приспособление для сборки узла;
- провести расчет допустимых нагрузжений и деформации элементов сборочного приспособления.

Общие требования:

Практическая часть и текст пояснительной записки должны быть оформлены с соблюдением требований ГОСТ 7.32-2001 и ГОСТ 2.105-95, рисунки и таблицы по ГОСТ 9327.

Чертежно-графическая часть курсового проекта оформляется в соответствии с действующими требованиями ГОСТ ЕСКД.

Материалы, представляемые к защите:

- пояснительная записка в текстовом формате (в электронном и распечатанном варианте);
- сборочный чертеж узла (формат А1 или А0) файл .pdf;
- сборочный чертеж приспособления для сборки (формат А1 или А0) файл .pdf.

График выполнения курсового проекта

Наименование этапов курсового проекта	Срок выполнения	Объем, %
Проектирование конструкции сборочного узла		20
Выполнение 1 части курсового проекта		30
Выполнение чертежа сборочного узла		40
Выполнение 2 части курсового проекта		50
Выполнение 3 части курсового проекта		70
Выполнение чертежа сборочного приспособления		90
Введение, заключение, выводы и оформление КП		100
Защита курсового проекта		

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса	Материал	Примечание																																																																			
				<u>Документация</u>																																																																							
A1			КП.24.02.01.XX.XXX.XX.100.СБ	Сборочный чертёж																																																																							
				<u>Детали</u>																																																																							
Б4	1		КП.24.02.01.XX.XXX.XX.100.01	Хххххххххххх	1		Лист В95лчАТІВ 1,0 ОСТ 1 90246-77																																																																				
Б4	2		КП.24.02.01.XX.XXX.XX.100.02	Хххххххххххх	1		Профиль 4.10025 ГОСТ 13737-90 Д16М ОСТ 1 90113-86																																																																				
				<u>Стандартные изделия</u>																																																																							
		51		Хххххххххххх	250																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">КП.24.02.01.XX.XXX.XX.100.00</td> </tr> <tr> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> </tr> <tr> <td>Изм</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подпись</td> <td>Дата</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td></td> <td>Фамилия И.О.</td> <td></td> <td></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>Руковод.</td> <td></td> <td>Фамилия И.О.</td> <td></td> <td></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">Закрылок крыла самолета МиГ-29</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">ГБПОУИО «ИАТ» С-XX-X</td> </tr> </table>									КП.24.02.01.XX.XXX.XX.100.00													Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					Разраб.		Фамилия И.О.							Руковод.		Фамилия И.О.																									Закрылок крыла самолета МиГ-29					ГБПОУИО «ИАТ» С-XX-X			
КП.24.02.01.XX.XXX.XX.100.00																																																																											
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата																																																																							
Разраб.		Фамилия И.О.																																																																									
Руковод.		Фамилия И.О.																																																																									
Закрылок крыла самолета МиГ-29					ГБПОУИО «ИАТ» С-XX-X																																																																						

**Пример оформления листа с основной надписью для
Сборочных чертежей узла и приспособления для сборки узла**

					<i>КП.24.02.01.XX.XXX.XX.100.СБ</i>					
					<i>Наименование чертежа в соответствии с штампом</i>	<i>Лит.</i>		<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>	
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>				<i>XX</i>	<i>X:X</i>	
<i>Разраб.</i>		<i>Фамилия И.О.</i>								
<i>Руковод.</i>		<i>Фамилия И.О.</i>								
						<i>Лист 1</i>		<i>Листов X</i>		
						<i>ГБПОУ ИО «ИАТ» С-XX-X</i>				

					<i>КП.24.02.01.XX.XXX.XX.200.СБ</i>					
					<i>Наименование чертежа в соответствии с штампом</i>	<i>Лит.</i>		<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>	
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>				<i>XX</i>	<i>X:X</i>	
<i>Разраб.</i>		<i>Фамилия И.О.</i>								
<i>Руковод.</i>		<i>Фамилия И.О.</i>								
						<i>Лист 1</i>		<i>Листов X</i>		
						<i>ГБПОУ ИО «ИАТ» С-XX-X</i>				

