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

РАССМОТРЕНО
На заседании ВЦК ПЛА
Протокол № 1
от «19» сентября 2018 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор ГБПОУИО «ИАТ»
_____ А.Н.Якубовский

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

ПМ.02 Проектирование несложных деталей и узлов технологического оборудования и оснастки

МДК 02.04 Разработка рабочего проекта с применением икт

24.02.01 Производство летательных аппаратов

Иркутск 2018

СОГЛАСОВАНО
Зам. директора по УР

_____ Е.А. Коробкова

Разработчик:
преподаватель ГБПОУИО «Иркутский авиационный техникум»
Гайворонская Валентина Павловна
Соавтор:
преподаватель ГБПОУИО «Иркутский авиационный техникум»
Хамаганов Анатолий Маратович

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
2.3.1 Конструктивно-технологическая характеристика сборочного узла 8
2.3.2 Технические требования на сборку 9
2.3.3 Анализ технологичности 10
2.4. Технологическая часть 13
2.4.1 Обоснование проектируемого технологического процесса сборки 13
2.4.2 Выбор метода базирования 15
2.4.3 Разработка схемы сборки 16
2.4.4 Выбор метода обеспечения взаимозаменяемости 17
2.4.5 Технические условия поставки деталей на сборку 19
2.5 Оснастка, оборудование , инструмент 20
2.5.1 Технические условия на проектирование приспособления 20
2.5.2 Описание конструкции сборочного приспособления 20
2.5.3 Расчет допустимых нагружений и деформаций элементов сборочного приспособления 21
2.5.4 Расчет точности сборки 23
Перечень используемых сокращений 26
Список используемых источников 28
Приложение А. Пример оформления титульного листа курсового проекта . . . 29
Приложение Б. Пример оформления задания на курсовой проект 30
Продолжение приложения Б. Пример оформления указаний к выполнению курсового проекта 31

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 сборочного приспособления для сборки узла". 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:

- летно-технические характеристики;
- схемы;
- фотографии и чертежи самолета.

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 нагружений и деформаций элементов сборочного приспособления;
- провести расчет точности сборки.

В ходе выполнения курсового проекта применяются навыки работы в «UNIGRAPHICS», на примере узла изучаются процессы проектирования сборочного приспособления и технологического процесса 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 сборочного приспособления для сборки 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 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;
- разработать схему базирования узла;
- составить схему сборки узла;
- разработать технологический процесс сборки узла;
- выполнить проект сборочного приспособления для сборки узла и оформить чертежно-графическую документацию;
- выполнить расчет допустимых деформаций и нагружений сборочного приспособления;
- выполнить расчет сборочного приспособления на жесткость;
- выполнить расчет ожидаемой точности сборки узла;
- разработать сборочный чертеж сборочного приспособления (формат А1).

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 20-30 страниц печатного текста формата А4 должна содержать:

Титульный лист

Задание на курсовой проект

Введение

1 Объект производства

1.1 Конструктивно-технологическую характеристику узла

1.2 Технические требования на сборку узла

1.3 Анализ технологичности

2 Технологическую часть

2.1 Обоснование проектируемого технологического процесса сборки

2.2 Выбор метода базирования

2.3 Разработку схемы сборки

2.4 Выбор метода обеспечения взаимозаменяемости

2.5 Технические условия на поставку деталей для сборки

3 Оснастку, оборудование, инструмент

3.1 Технические условия на проектирование приспособления

3.2 Описание конструкции приспособления

3.3 Расчет допустимых нагружений и деформации элементов сборочного приспособления

3.4 Расчет точности сборки

Заключение

Перечень используемых сокращений

Список используемых источников

Приложения

Письменный отзыв руководителя курсового проекта.

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 так же ГОСТ 7.32-2001 и ГОСТ 2.105-95. Страницы текста и включенные в ПЗ иллюстрации и таблицы должны соответствовать формату А4 по ГОСТ 9327.

Графическая часть курсового проекта включает чертеж сборочного приспособления (формат А1).

Все графические материалы должны оформляться в соответствии с требованиями ЕСКД.

Пример оформления курсовой работы и графической части находится на диске Y/160108 Производство летательных аппаратов/МДК_02.04_курсовой проект

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).

Студентам необходимо учесть, что полностью самостоятельно выполнить проект без консультаций с руководителем очень трудно. Поэтому выходить на защиту проекта без предварительной проверки проекта руководителем не рекомендуется.

При защите проекта студент 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.

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 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.

2.3 Объект производства

Для разработки сборочного приспособления необходимо изучить конструкцию самолета и сборочного узла. Результатом изучения конструкции узла является конструктивно-технологическое описание, технические требования на сборку и анализ технологичности. Рекомендуемая последовательность изучения и описания узла приведена ниже.

2.3.1 Конструктивно-технологическая характеристика сборочного узла

Конструктивно-технологическое описание конструкции узла планера самолета рекомендуется выполнять по следующему плану:

а) Общие сведения об узле:

- номер;
- наименование;
- назначение, расположение;
- размеры;
- масса;

б) Конструкция узла:

- общая форма;
- состав элементов (деталей, сборочных единиц);
- членение узла (выполняется графически с разнесением всех элементов конструкции узла для наглядности);
- компоновка узла (расположение деталей, других сборочных единиц относительно конструктивных баз);
- однотипность деталей;

- состав элементов узла приводим в таблице 1.1

Таблица 1.1 – Состав элементов узла

Наименование	Количество, шт.	Марка материала, толщина материала, ГОСТ
1	2	3
1 Обшивка (верх)	1	В95пчАТВ 1,5 ГОСТ 21631-76
2		

в) Конструктивно-технологическое членение узла представляем в изометрической проекции на рисунке 1.1:

г) Анализ соединений элементов узла (конструктивно-технологическое описание каждого соединения) представляем в таблице 1.2:

Таблица 1.2 – Конструктивно-технологическая характеристика соединений

Пакет	Вид соединения	Характеристика соединения	Характеристика швов	Доступ к шву
1	2	3	4	5
Обшивки (верх и низ) с лонжероном 2	Заклепочное	Заклепки В65 4 – 7 – ОСТ 1 34098-80	Прямолинейный	Свободный

д) Другие требования, которые должны быть обеспечены при сборке.

Составленное описание должно соответствовать чертежу узла.

Итогом описания являются выводы о степени сложности сборки узла и о трудностях, усложняющих технологический процесс сборки.

2.3.2 Технические требования на сборку

Сборка узла должна обеспечивать взаимную стыковку с другими узлами и должна удовлетворять требованиям чертежа, инструкций и технических условий. При изготовлении деталей и сборке должна соблюдаться технологическая последовательность операций.

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 7-9 МЕТОДЫ БАЗИРОВАНИЯ ПРИ СБОРКЕ В САМОЛЕТОСТРОЕНИИ И ВЕРТОЛЕТОСТРОЕНИИ, таблица 1.2 – Расчетные данные по точности наружного обвода при различных методах базирования [по формулам (1.2)-(1.12)]

Метод базирования	ΔHx, мм	$\delta_{ОБВ}$, мм
По наружной поверхности обшивки	± 0,7	± 0,35
По поверхности каркаса	± 1,0	± 0,5
По внутренней поверхности обшивки	± 1,6	± 0,8
По сборочным отверстиям	± 2,4	± 1,2
По координатно-фиксирующим отверстиям	± 2,2	± 1,1

В технических условиях необходимо указать:

- степень законченности узла;
- допуски на отклонение аэродинамического контура от теоретического;
- допуски на отклонение осей;
- допуски на отклонение стыков деталей;
- допуски на расположение швов и точек силового замыкания;
- требования к выполнению соединений;
- требования к качеству поверхности узла;
- требования к нанесению защитных покрытий в процессе сборки;
- требования к испытаниям;
- требования по контролю;
- специальные требования к данному узлу.

Технические условия на сборку узла представить в данном виде:

1. Допускаемое отклонение от теоретического контура ± 1,5 мм.
2. Допускаемое отклонение по осям нервюр и лонжерона ±1,0 мм;
3. Допускаемое отклонение по осям стрингеров ± 1,0 мм.
4. Отклонение осей заклепочных швов не более ± 1,0 мм.
5. Допускаемое отклонение на шаг ± 1 мм.
6. Неуказанные предельные отклонения размеров по ОСТ 1.00022-80.
7. ...

2.3.3 Анализ технологичности

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.

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

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

где:

N_i - значение показателя уровня технологичности;

M_i - удельный вес показателя технологичности;

t - порядковый номер показателя.

Значение показателей уровня технологичности и удельные веса показателей в таблице 1.3

После определения суммарного показателя технологичности (K_{mex}) 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 1.4.

Таблица 1.3 – Показатели технологичности конструкции *(Справочные данные)*

Наименование показателя	**Значение показателя**	**Уровень технологичности**	**Удельный вес показателя**
1	2	3	4
Габаритные размеры одномерный узел (L/в>5)	длинна L, м: до 0,5 до 2 до 6 свыше 6	 1 0,85 0,75 05	0,5
Двухмерный узел (L/в<5)	максимальный размер, м до 0,5 до 2 до 6 свыше 6	 0,9 0,8 0,7 0,4	0,5
Трехмерный узел	максимальный размер, м до 0,5 до 2 до 6 свыше 6	 0,8 0,7 0,5 0,3	0,5
Форма обводов	плоская цилиндрическая коническая двойной кривизны	1 0,75 0,5 0,2	0,5
Форма контура	прямолинейная дуги окружности криволинейная произвольная	1 0,7 0,6 0,5	0,5
Уровень кривизны малая кривизна кривизна большая	плоская радиус кривизны >1м радиус кривизны <1м	1 0,9 0,6	0,4
Допуск на аэродинамический контур, мм	±0,5…0,8 ±0,8…1,0 ±1,0…1,5 ±1,5…2,0 ±2,0…3,0	0,2 0,4 0,6 0,8 1	1

Продолжение таблицы 1.3 – Показатели технологичности конструкции

1	2	3	4
Выход на обвод	выходит не выходит	0,5 1	0,8
Расположение элементов каркаса	одностороннее двухстороннее	1 0,8	0,7
Наличие узлов стыка	отсутствуют разъемные неразъемное	1 0,8 0,7	0,8
Уровень панелирования	$K_{пан} = \frac{площадь\ панелей}{общая\ площадь\ поверхности}$	$K_{пан}$	0,5
Наличие проемов и люков	нет есть	1 0,8	0,5
Конфигурация сечения деталей	открытая закрытая замкнутая	1 0,6 0,4	0,6
Количество разнородных материалов	1 2 3 4 более 4	1 0,9 0,8 0,7 0,5	0,6
Обрабатываемость материала	неармированные неметаллы алюминиевые сплавы магниевые сплавы сталь титановые сплавы армированные неметаллы армированные металлы	1 0,95 0,9 0,7 0,5 0,3 0,2	0,5
Уровень стандартизации	$K_{ст} = \frac{кол-во\ станд.\ дет}{общее\ кол-во\ деталей}$	$K_{ст}$	0,5
Уровень повторяемости	$K_{повт} = \frac{кол-во\ повтор.\ дет}{общее\ кол-во\ деталей}$	$K_{повт}$	0,5
Расположение точек силового замыкания	продольное поперечное продольно-поперечное по процентным линиям параллельное	1 1 0,8 0,7 1	0,7
Конфигурация швов	прямолинейные круговые криволинейные произвольные	1 0,8 0,7 0,5	0,8
Шаг точек силового замыкания	постоянный переменный	1 0,5	0,8
Вид соединения	заклепочное болтовое сварное клеевое комбинированное	1 0,8 0,8 0,7 0,6	0,9

Продолжение таблицы 1.3 – Показатели технологичности конструкции

1	2	3	4
Количество типоразмеров крепежа	1 2 3 4 более 4	1 0,9 0,8 0,7 0,6	0,9
Подходы к точкам силового замыкания	двухсторонний свободный ограниченный односторонний	1 1 0,8 0,5	1
Герметизация швов	нет поверхностная внутренняя комбинированная	1 0,9 0,8 0,7	0,9

- величины показателей уровня технологичности и удельного веса показателей в учебных целях приняты условно

Исходя из таблицы 1.3, определить значение K_{mex} и определить уровень технологичности узла.

Таблица 1.4 – Оценка уровня технологичности конструкции узла

Значение *Ктех*	**Оценка уровня технологичности**
Более 15	Высокая технологичность
10…15	Технологичная
8…10	Низкая технологичность
менее 8	Не технологичность

Итогом описания является вывод о степени сложности сборки узла и о трудностях, усложняющих технологический процесс сборки.

2.4 Технологическая часть

Для разработки сборочного приспособления необходимо изучить конструкцию самолета и сборочного узла. Результатом изучения конструкции узла является конструктивно-технологическое описание. Рекомендуемая последовательность изучения и описания узла приведена ниже.

2.4.1 Обоснование проектируемого технологического процесса сборки

Исходными данными для выбора и проектирования технологического процесса являются:

- сборочный чертеж;
- технические условия на сборку узла;
- описание конструкции узла;
- оценка уровня технологичности.

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.

Выбор технологического процесса - это, прежде всего, выбор метода сборки. Выбор метода сборки в агрегатно-сборочном производстве (по разметке, по отверстиям, в приспособлении) зависит от конструкции изделия, технических условий на сборку, типа производства. Тот или иной метод для сборки узла может применяться как в чистом виде (или по разметке, или по отверстиям, или в приспособлении), так и в сочетании двух или всех трёх методов.

Наиболее экономичным является метод сборки по отверстиям (сборочным отверстиям - СО). Он применяется и в чистом виде, но чаще в сочетании со сборкой в приспособлении, т.к. для сложных пространственных узлов, имеющих значительное количество деталей, невозможно обеспечить собираемость по СО и заданную точность.

Применение метода сборки в приспособлении позволяет собрать узел любой сложности с самыми высокими требованиями по точности изготовления.

Сборка узлов по разметке в чистом виде может применяться в опытном и единичном производстве.

В серийном и крупносерийном производстве сборка по разметке применяется в отдельных переходах технологического процесса там, где технически невозможно или экономически нецелесообразно избежать разметки.

Вторым критерием, определяющим технологический процесс, является метод базирования деталей при сборке.

Если сборка производится по СО, то метод базирования однозначен - базирование по СО;

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

- базирование по внешней поверхности обшивки;
- по внутренней;
- по каркасу;
- по координатно-фиксирующим отверстиям - КФО;
- по базовым отверстиям - БО;
- по отверстиям под стыковые болты - ОСБ.

При этом каждый из первых четырёх методов базирования применяется в чистом виде в зависимости от конструкции узла, его габаритов, требованиям к точности аэродинамической поверхности.

Базирование по БО и по ОСБ применяется как дополнение к одному из первых четырёх методов базирования.

В данном разделе курсовой работы необходимо описать какую конструкцию имеет узел, почему необходимо обеспечить высокую точность обводов и почему необходимо применение сборочного приспособления.

Разобрать для чего в технологический процесс сборки введены СО, НО, БО.

Информацию о том, в каком количестве и в каких деталях выполнены БО, СО и НО, разместить далее в таблице 2.5.

2.4.2 Выбор метода базирования

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

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

Таблица 2.1 – Выбор состава баз для сборки стабилизатора в приспособлении.

Наименование детали	**Обознач. детали**	**Выбранный метод базирования**
1	2	3
1 Обшивка		
2 Полки лонжерона 1		
3		
4		

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. Для каждой детали приводится схема базирования с применением специальных условных обозначений. Для выбранного метода базирования произвести расчет ожидаемой погрешности, сравнить с допускаемым отклонением на обвод и сделать вывод о правильности выбора сборочной базы.

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

На рисунках 2.1 и т.д. представить схемы базирования деталей.

2.4.3 Разработка схемы сборки

Технологический процесс сборки разрабатывается на основе схемы сборки с учетом особенности конструкции сборочного приспособления.

Технологический процесс разрабатывается в следующей последовательности:

- уточнить схему сборки (состав и последовательность работ, необходимых для сборки узла в технологическом процессе);
- назначить методы выполнения работ, необходимых для сборки узла;
- назначить операции (распределить работы по операциям);
- уточнить последовательность сборочных операций;
- разработать сборочные операции:
    - назначить (уточнить) состав и последовательность работ, необходимых для выполнения сборочной операции;
    - выбрать методы выполнения сборочных работ операции;
    - назначить переходы (распределить работы по переходам);
    - назначить оснастку, инструменты и дополнительные средства, необходимые для выполнения перехода;
- разработать переходы:
    - назначить (уточнить) состав и последовательность работ, необходимых для выполнения сборочного перехода;
    - назначить ходы (распределить работы по ходам);
    - выбрать методы выполнения сборочного хода;
    - назначить инструменты и дополнительные средства, необходимые для выполнения хода;
    - оформить описание переходов;
- оформить описание операций;
- сформировать требования к деталям, поступающим на сборку (например, наличие технологического припуска, удаляемого при сборке, наличие сборочных и направляющих отверстий и др.).

Схема сборки определяет порядок поступления на сборку входящих в узел деталей, последовательность сборки, позволяет в первом приближении назначить необходимое оборудование.

Схема сборки составляется на основании принятых методов сборки и базирования.

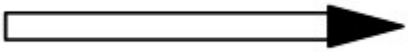
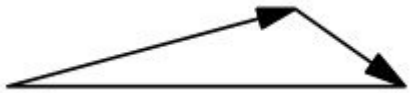
Установленную последовательность сборки отражают в виде графической схемы с указанием условных порядковых номеров деталей, обозначением выполняемых операций (переходов), с указанием элементов базирования и с указанием применяемого оборудования.

На основе схем базирования составляется схема сборки.

На основании описания схемы сборки составляется графическое представление схемы сборки, которое изображается на рисунке 2.3.

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

Таблица 2.2 – Условные обозначения для схемы сборки *(Справочные данные)*

Наименование операции	**Обозначение**
1	2
Сборочное приспособление	
Деталь, принятая базовой, при внестапельной сборке	
Установка деталей, узлов в сборочное положение	
Демонтаж деталей из сборочного положения	
Сверление отверстий	
Соединение пакета (клепка, сварка и т.п.)	
Нанесение разметки	
Механическая обработка поверхностей и отверстий (обрезка припуска и т.п.)	
Контроль швов	
Разборка, очистка от стружки, снятие заусенцев, контроль, установка в сборочное приспособление	
Нанесение разметки	
Контроль точности контура	

2.4.4 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.

В зависимости от вида средств увязки размеров и форм выделяются три принципиальные разновидности схем процессов увязки:

- плазово-шаблонный (ПШМ), где в качестве основных средств используются шаблоны, полученные по теоретическим и конструкторским плазам;
- эталонно-шаблонный (ЭШМ), 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 механообрабтываемых 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 и разъяснить почему выбрали именно этот метод по сравнению с остальными методами увязки.

Схема увязки и обеспечения взаимозаменяемости представить на рисунке 2.4.

Перечень технологической и контрольной оснастки для изготовления деталей в ЗШП представить в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – 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

Перечень технологической и контрольной оснастки для изготовления сборочного приспособления представить в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – 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	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

Перечень сокращений, используемых в схема увязки и обеспечения взаимозаменяемости:

КЭМ – компьютерный электронный макет.

ЭМСП – электронный макет сборочного приспособления.

ТхЭМ – технологический электронный макет.

ЭМосн - электронный макет оснастки.

УП – управляющая программа.

ПУ – программное управление.

СП – сборочное приспособление.

2.4.5 Технические условия поставки деталей на сборку

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 могут быть оформлены в виде таблицы 2.5.

Таблица 2.5 – Технические условия на поставку деталей на сборку узла

Наименование детали	**Степень законченности**
1	2

Итогом описания являются вывод.

2.5 Оснастка, оборудование , инструмент.

2.5.1 Технические условия на проектирование приспособления

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. Приспособление должно иметь (перечислить);
3. Монтаж приспособления производить по КЭМ узла.
4. Обеспечение возможности выемки собранного узла (вправо и вверх относительно направления полета и т.д.).

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.

2.5.3 Расчет допустимых нагружений и деформаций элементов сборочного приспособления

Колганов И.М., Филиппов В.В. "Проектирование приспособлений, прочностные расчеты, расчет точности сборки": Учебное пособие. – Ульяновск: УлГТУ, 2000. – 99с.

Страница 32 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.

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

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

Общий вид сборочного приспособления представить на рисунке 3.1.

Схему нагружения балки представить на рисунке 3.2.

Исходными данными для расчета являются:

Исходное сечение балки из швеллера №___;

Длина расчетной балки l мм;

Масса узла $m_{узла}$ кг;

Масса, действующая на балку $m_д$ кг.

Величина прогиба балки f рассчитывается по формуле 3.1.

$$f = A \times \frac{P \cdot l^3}{EJ} \qquad (3.1)$$

где: P – величина нагрузки, Н;

l – длина балки между опорами, м;

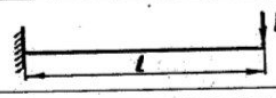
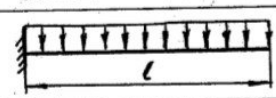
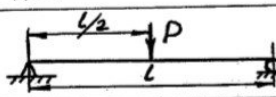
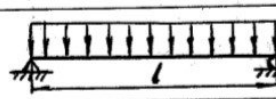
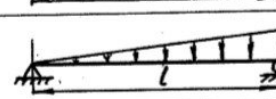
EJ – жесткость профиля, Н×см^2 (Н×м^2), определяется по таблице;

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

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".

Таблица 5.1

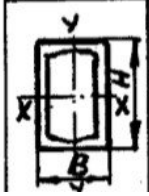
Значение коэффициентов (A), (k) и (k/A) в зависимости от вида нагружения и типа опор балок

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

Определить ***EJ*** 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

$$P = \sum m \times g = (\boldsymbol{m_{узла}} + \boldsymbol{m_{д}}) \times g \qquad (3.2)$$

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

2.5.4 Расчет точности сборки

Вследствие производственных погрешностей, возникающих на различных этапах изготовления сборочной единицы и входящих деталей, их действительные размеры отличаются от предусмотренных чертежом и техническими условиями. Причинами погрешностей являются как методы переноса размеров и методы базирования, так и погрешности изготовления сборочной оснастки. Величина погрешностей в значительной степени определяется схемой увязки всей используемой оснастки и точностными характеристиками переноса размеров на отдельных этапах сборки.

Для обеспечения качества изготовления собираемой конструкции разрабатывают схему увязки заготовительной и сборочной оснастки и производят расчет предполагаемой точности. Эта работа является итогом разработки технологического процесса сборки узла.

В расчете ожидаемой точности сборки будут использованы следующие формулы:

$$\Delta_{\Sigma} = \sum \xi_i \, (\Delta_i + \alpha_i \, \delta_i); \qquad (3.3)$$

$$\delta_{\Sigma} = \sqrt{\sum \xi_i^2 K_i^2 \delta_i^2} \qquad (3.4)$$

где:

Δ_{Σ} – координата середины поля допуска замыкающего звена относительно номинального размера;

ξ_i – передаточное отношение, характеризующее влияние составляющих звеньев на замыкающее звено; ξ_i=+1 для «увеличивающих» звеньев, т.е. для звеньев, величина которых увеличивает величину замыкающего звена; ξ_i=-1 для «уменьшающих» звеньев, т.е. для звеньев, величина которых уменьшает величину замыкающего звена;

Δ_i – координата середины поля допуска составляющего звена размерной цепи;

δ_{Σ} – половина поля допуска замыкающего звена;

δ_i – половина поля допуска составляющего звена;

α_i – коэффициент относительной асимметрии распределения погрешностей составляющего звена;

K_i – коэффициент относительного рассеивания погрешностей составляющего звена.

$$\Delta_i = (\text{ВО} + \text{НО})/2; \qquad (3.5)$$

$$\delta_i = (\text{ВО} - \text{НО})/2. \qquad (3.6)$$

где :

ВО – верхнее отклонение;

НО – нижнее отклонение.

Для принятого для сборки узла бесплазового метода увязки оснастки структурная схема выглядит:

ММ→ТЭМ→ТЭМкcс→ЭМСП→ТхЭМ→УП→СПУ→Детали СП→монтаж СП
↘ КЭМ→ЭМосн→УП→СПУ→техоснастка→Детали узла

где этапы ММ→ТЭМП→ТЭМкcс являются связанными для разных элементов.

Значения коэффициентов и расчет ожидаемой точности сборочного приспособления приведен в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Значения коэффициентов и расчет

Этапы переноса размеров	Δ_i	ξ_i	δ_i	α_i	$\alpha_i * \delta_i$	K_i	$\xi_i^2 * K_i^2 * \delta_i^2$
ММ→ТЭМ	0	1	0,01	0	0	1	0,0001
ТЭМ→ТЭМкcс	0	1	0,01	0	0	1	0,0001
ТЭМкcс→ЭМСП	0	1	0,01	0	0	1	0,0001
ЭМСП→ТхЭМ	0	1	0,01	0	0	1	0,0001
ТхЭМ→УП	0	1	0,01	0	0	1	0,0001
УП→СПУ	0	1	0,01	0	0	1	0,0001
СПУ→Детали СП	0	1	0,15	0	0	1	0,0225
Детали СП→монтаж СП	0	1	0,1	0	0	1	0,01
$\Delta_\Sigma = \sum (\xi_i \Delta_i + \alpha_i \delta_i) = 0$					$\delta_\Sigma = \pm\sqrt{\sum \xi_i^2 K_i^2 \delta_i^2} = \pm 0{,}182$		

Точность изготовления сборочного приспособления $\Delta_{СП}$ равна:

$$\Delta_{СП} = \Delta_\Sigma \pm \delta_\Sigma = 0 \pm 0{,}182 = \pm 0{,}182 \text{ мм.}$$

Погрешность неприлегания нервюр к базовым поверхностям сборочного приспособления суммируется из погрешности сборочного приспособления и погрешности изготовления нервюры дать в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Значения коэффициентов и расчет

Этапы переноса размеров	Δ_i	ξ_i	δ_i	α_i	$\alpha_i * \delta_i$	K_i	$\xi_i^2 * K_i^2 * \delta_i^2$
ММ→ТЭМ	0	1	0,01	0	0	1	0,0001
ТЭМ→ТЭМкcс	0	1	0,01	0	0	1	0,0001
ТЭМкcс→КЭМ	0	1	0,01	0	0	1	0,0001
КЭМ→ЭМосн	0	1	0,01	0	0	1	0,0001
ЭМосн→УП	0	1	0,01	0	0	1	0,0001
УП→СПУ	0	1	0,01	0	0	1	0,0001
СПУ→Технологическая оснастка	0	1	0,15	0	0	1	0,0225
Технологическая оснастка→Нервюра	0,15	1	0,15	0	0	1	0,0225
$\Delta_\Sigma = \sum (\xi_i \Delta_i + \alpha_i \delta_i) = 0{,}15$					$\delta_\Sigma = \pm\sqrt{\sum \xi_i^2 K_i^2 \delta_i^2} = \pm 0{,}214$		

Точность изготовления нервюры $\Delta_{н\text{-}ры}$ равна:

$$\Delta_{н\text{-}ры} = \Delta_{\Sigma} \pm \delta_{\Sigma} = 0{,}15 \pm 0{,}214 = +0{,}364;\ -0{,}064 \text{ мм}.$$

Далее рассчитать погрешность увязки контуров приспособления и нервюры, для чего взять все несвязанные этапы по структурной схеме. Координата середины поля погрешности увязки контуров элементов по формуле 3.3 и получить значение.

Далее рассчитать половину поля погрешности увязки контуров по формуле 3.4 и получить значение.

Далее рассчитать погрешность увязки контуров приспособления и арок будет равна:

$$C_{кон(пр-н-ра)} = \Delta_{кон(пр-н-ра)} + \delta_{кон(пр-н-ра)} \quad (3.7)$$

Ожидаемая погрешность сборки узла по поверхности каркаса рассчитывается по формуле 3.8:

$$\delta_{СБ} = \frac{\delta_{\Sigma(присп)} + C_{кон(пр-н-ра)} + \delta_S}{0{,}6} \quad (3.8)$$

где: δ_S – погрешности, вызываемые изменением толщины материала = ±0,1

Сделать вывод. Удовлетворяют ли полученные результаты техническим условиям на сборку.

В заключении сделать общие выводы о проделанной работе и полученных результатах.

Перечень используемых сокращений

АБ – анкерный болт
АГ – анкерная гайка
БО – базовое отверстие
БТК – бюро технического контроля
БЧ – без чертежа
ВСГ – верхняя строительная горизонталь
ВЗ – воздухозаборник
ВО – вертикальное оперение
ГО – горизонтальное оперение
Дет. – деталь
Дист. – дистанция
Докум. – документ
Закр. – закрылок
Зенк. – зенковка, зенковать
ЗШП – заготовительно-штамповочное производство
Изв. – извещение
Изм. – изменение
ИО – инструментальное отверстие
Кол. – количество
Кр-н – кронштейн
КСС – конструктивно-силовая схема
КФО – координатно-фиксирующее отверстие
КЭМ – конструктивный электронный макет
Лев. – левый
ЛБ – левый борт
Л-н – лонжерон
МГ – мотогондола
ММ – математическая модель
НО – направляющее отверстие
НП – направление полета
←
Н-ра – нервюра
НСГ – нижняя строительная горизонталь
НЧК – носовая часть крыла
ОП – оперение
Ось л-на – ось лонжерона
Ось н-ры – ось нервюры
Ось стр. – ось стрингера
ОСС – ось симметрии самолета
Ось С – ось симметрии
Ось шп. – ось шпангоута
ОСБ – отверстия под стыковые болты
Отв. ∅ – отверстие (значок ∅ ставится от 8 мм)

ПГО – переднее горизонтальное оперение
Плоск. – плоскость
ПСС – плоскость симметрии самолета
Поверхн. – поверхность
Поз. – позиция
Прав. – правый
Пр. Б – правый борт
ПШО – плазово-шаблонная оснастка
РВ – руль высоты
РЖ – ребро жесткости
РП – руль поворота
СГФ – строительная горизонталь фюзеляжа
Сеч. – сечение
СО – сборочное отверстие
СП – сборочное приспособление
СПК – строительная плоскость крыла
С-т – самолет
Станд. – стандарт, стандартный
Стр. – стрингер
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
Ф-ж – фюзеляж
Ц-н – центроплан
ШВК – шаблон внутреннего контура
ШГ – шаблон гибки
ШКС – шаблон контура сечения
ШО – шпилечное отверстие
ШОК – шаблон обрезки кондуктор
ШР – шаблон развертки
Шп. – шпангоут

Список используемых 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.

Приложение А

Пример оформления титульного листа курсового проекта

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

КП.24.02.01.19.ХХХ.ХХ.ПЗ
↓ ↓ ↓
1 2 3

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

ПРОЕКТ СБОРОЧНОЙ ОСНАСТКИ СТАБИЛИЗАТОРА САМОЛЁТА ЯК-152

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ ПО МДК.02.04 РАЗРАБОТКА РАБОЧЕГО ПРОЕКТА С ПРИМЕНЕНИЕМ ИКТ

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

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

Выполнено с оценкой _____

Иркутск 2019

Приложение Б

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 Проектирование технологических процессов, разработка технологической документации и внедрение в производство

студенту IV курса учебной группы С – _____

Фамилия Имя Отчество
(фамилия, имя, отчество)

Тема:

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

Руководитель: _____ Фамилия И.О.
(фамилия, инициалы)
«__» ноября 20__ г.

Студент: _____ Фамилия И.О.
(фамилия, инициалы)
«__» ноября 20__ г.

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 анализ технологичности;
- 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 нагружений и деформации элементов сборочного приспособления;
- провести расчет точности сборки.

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;
Чертеж сборочного приспособления (формат А1);
Электронный носитель содержит пояснительную записку в текстовом формате, чертежи и рисунки в графическом формате.

График выполнения курсового проекта

Наименование этапов курсового проекта	Срок	Объём
Анализ технического задания на проектирование. Сбор теоретического материала, изучение источников, написание плана проекта, содержания, введения		10%
Проектирование конструкции сборочного узла		20%
Выполнение специальной части проекта		50%
Выполнение технологической части проекта		70%
Оформление пояснительной записки и графической части проекта		100%
Защита курсового проекта		