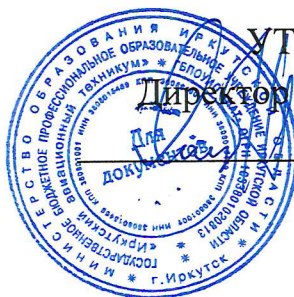


Министерство образования Иркутской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Иркутской области
«Иркутский авиационный техникум»
(ГБПОУИО «ИАТ»)

Рассмотрено
на заседании ВЦК ПЛА
Протокол № 10 от 15.05.2019 г.
Председатель ВЦК

 А.Л. Токмакова



УТВЕРЖДАЮ

Директор ГБПОУИО «ИАТ»

А.Н. Якубовский

Методические указания
к выполнению дипломного проекта
программы подготовки специалистов среднего звена
24.02.01 Производство летательных аппаратов
Базовой подготовки

Иркутск 2019

Содержание

1	Область применения	3
2	Нормативные документы	3
3	Определения	4
4	Обозначения и сокращения	4
5	Общие положения	5
5.1	Назначение дипломного проекта	5
5.2	Тематика дипломных проектов	5
5.3	Содержание дипломного проекта и общие правила выполнения.	6
5.4	Содержание пояснительной записки	7
5.5	Содержание графической части	8
5.6	Содержание комплекта технологической документации.	8
6	Методические указания к выполнению разделов дипломного проекта	9
7	Перечень использованной литературы	37
8	Защита дипломного проекта	37
	Приложение	40
	Список литературы	60

1 Область применения

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

2 Нормативные документы

При разработке курсового проекта, наряду с методическими указаниями, необходимо использовать следующие нормативные документы:

ГОСТ 14.004-83	ЕСТПП. Термины и определения основных понятий.
ГОСТ 2.104-68	ЕСКД. Основные надписи.
ГОСТ 2.105-79	ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.
ГОСТ 2.106-68	ЕСКД. Текстовые документы.
ГОСТ 2.108-68	ЕСКД. Спецификации.
ГОСТ 2.109-73	ЕСКД. Основные требования к чертежам.
ГОСТ 2.301-68	ЕСКД. Форматы.
ГОСТ 14.301-83	ЕСТПП. Общие правила разработки технологических процессов.
ГОСТ 2.303-68	ЕСКД. Линии.
ГОСТ 2.305-68	ЕСКД. Изображения-виды, разрезы, сечения.
ГОСТ 14.305-73	ЕСТПП. Правило выбора технологической оснастки.
ГОСТ 2.307-68	ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений.
ГОСТ 2.308-79	ЕСКД. Указание на чертежах предельных отклонений формы и расположения поверхностей.
ГОСТ 2.309-73	ЕСКД. Обозначение шероховатости поверхности.
ГОСТ 2.312-72	ЕСКД. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений.
ГОСТ 2.316-68	ЕСКД. Правила нанесения на чертежах надписей технических требований и таблиц.
ГОСТ 3.1102-81	ЕСТД. Стадии разработки и виды документов.
ГОСТ 3.1103-82	ЕСТД. Основные надписи.
ГОСТ 3.1109-82	ЕСТД. Термины и определения основных понятий.
ГОСТ 3.1119-83	ЕСТД. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы.
ГОСТ 3.1128-93	ЕСТД. Общие правила выполнения графических технологических документов.
ГОСТ 14.1201-85	ЕСТД. Система обозначения технологической документации.
ГОСТ 12.1.005-88	Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
ГОСТ 12.2.049-80	Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
ГОСТ 12.1.040-83	Лазерная безопасность. Общие положения.
ГОСТ 12.2.049-8	Оборудование производственное. Общие эргономические требования.
ГОСТ 12.2.061-81	Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.
ГОСТ 24453-80	Измерение параметров и их характеристик лазерного излучения. Термины, определения и буквенные обозначения величин.

3 Определения

В настоящих методических указаниях применяются следующие термины с соответствующими определениями:

Технологический процесс - по ГОСТ 3.1109;
Технологическая операция - по ГОСТ 3.110;
Технологический переход - по ГОСТ 3.1109;
Единый Технологический процесс - по ГОСТ 3.1109;
Типовой Технологический процесс - по ГОСТ 3.1109;
Комплект документов Технологического процесса - по ГОСТ 3.1201;
Комплект директивной технологической документации - по ГОСТ 3.1201;
Серийное производство - по ГОСТ 14.004;
Серийный Технологический процесс - основной вид технологических процессов, разрабатываемый на все детали, узлы, агрегаты и монтажи серийного производства;
Маршрутное описание Технологического процесса - по ГОСТ 3.1109;
Маршрутно-операционное описание технологического процесса – по ГОСТ 3.1109;
Операционное описание технологического процесса - по ГОСТ 3.1109;
Средства технологического оснащения - по ГОСТ 3.1109;
Технологическая оснастка - по ГОСТ 3.1109.

4 Обозначения и сокращения

КД - конструкторская документация;
НД - нормативная документация;
ТД - технологическая документация;
ЕСКД - единая система конструкторской документации;
ЕСТД - единая система технологической документации;
ЕСТПП - единая система технологической подготовки производства;
МК - маршрутная карта;
ОК - операционная карта;
ВО - ведомость оснастки;
КК - комплектовочная карта;
ТПП - типовой технологический процесс;
ТУ - технические условия;
ТИ - технологическая инструкция;
КТС - конструкторско-технологическая документация;
ПШО - плазово-шаблонная оснастка;
ЗШП - заготовительно-штамповочное производство;
МСП - механосборочное производство;
АСП - агрегатно-сборочное производство;
ШП - шаблон для изготовления приспособления;
Станок с ЧПУ - станок с числовым программным управлением;
ПК - плаз-кондуктор;
КИМ - контрольно-измерительная машина;
ИС - инструментальный стенд;
ГБД - геометрическая база данных;
ММ - математическая модель;

ШОК - шаблон обрезки контура и кондуктор;
ПСК - пескослепок;
ШКК - шаблон контрольно-контурный;
ТП - теоретический плаз;
КП - конструктивный плаз;
ЛВЖ - легковоспламеняющиеся жидкости;
ГСМ - горючесмазочные материалы.

5 Общие положения

5.1 Назначение дипломного проекта

Дипломное проектирование является первой большой самостоятельной работой будущего техника, направленной на решение конкретных задач в области разработки технологии, организации и экономики производства, управлением цехом или участком цеха.

Выполнение дипломного проекта служит комплексной проверкой подготовки учащегося к работе на производстве. Дипломный проект даёт возможность оценить степень усвоения учащимся учебного материала и умение учащегося применять знания, полученные в процессе обучения в техникуме. Основной целью методики является ознакомление учащихся с тематикой дипломных проектов, характером требований, предъявляемых к дипломному проекту, порядком работы над проектом. Методика даёт возможность работать над проектом планомерно, стимулировать творческий подход к разработке проекта, даёт возможность максимально проявить инициативу.

Работа над проектом должна базироваться преимущественно на конкретном материале предприятия, на котором проводилась преддипломная практика. При этом вопросы технологии, экономики, организации и планирования производства, охраны труда, разрабатываемые в дипломном проекте, должны решаться исходя из задач, стоящих перед предприятием и отражать новейшие достижения в области науки и техники.

5.2 Тематика дипломных проектов

Тематика дипломных проектов должна быть в значительной степени увязана с конкретными задачами, стоящими перед отечественным самолётостроением, в частности перед заводом, цехом или производственным участком, где проходил практику учащийся. Она должна предусматривать возможность усовершенствования действующей на заводе технологии; внедрения высокопроизводительного оборудования, инструмента, приспособлений; модернизации заводского оборудования, позволяющими осуществлять механизацию и автоматизацию производственных процессов.

Допускается выполнение учащимися дипломных проектов, содержанием которых является переоборудование действующих или создание новых учебных кабинетов и лабораторий общетехнических и специальных дисциплин, участков.

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

В техникуме могут выполняться групповые дипломные проекты. В этом случае каждому учащемуся должна быть поставлена чёткая частная задача проекта с обязательной разработкой организационно-экономического раздела по своей части проекта.

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

этом случае в задании на дипломное проектирование предусматривается уменьшение объёма работ других разделов проекта.

Наиболее распространённой тематикой дипломных проектов для учащихся будущих техников, работающих в заготовительно-штамповочных, агрегатно-сборочных и сборочных цехах является разработка проекта участка узловой сборки агрегатно-сборочного (сборочного цеха) с разработкой технологического процесса для сборки узла или монтажа оборудования (для сборочного цеха) и с разработкой конструкции оснастки (приспособления) для сборки.

При выборе узлов желательно, чтобы они выходили на аэродинамический обвод или были эквидистанты ему.

Для серийного производства может быть рекомендована следующая примерная тематика дипломных проектов:

- Панель боковая головной части фюзеляжа самолёта. Технологический процесс сборки. Проект участка узловой сборки.
- Шпангоут №20 средней части лодки самолёта-амфибии. Технологический процесс сборки. Проект участка узловой сборки.
- Щитки основной стойки шасси самолёта. Технологический процесс установки и подгонки. Проект участка узловой сборки.

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

По производственной санитарии:

- организация рабочего места и обеспечение безопасности при работе с лазерными установками;
- технические решения по борьбе с шумом на проектируемом участке.

По технике безопасности:

- внедрение программного управления с целью обеспечения безопасности труда;
- разработка мероприятий по безопасности при работе на проверочных и испытательных стендах.

По пожарной безопасности:

- разработка защитных мероприятий от статического электричества
- разработка защитных мероприятий при использовании ЛВЖ, ГСМ.

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

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

5.3 Содержание дипломного проекта и общие правила выполнения

Дипломный проект состоит из пояснительной записки, графической части, комплекта технологической документации.

Объём пояснительной записки – 30-50 листов рукописного или 20-30 листов машинописного текста;

Объём графической части (в сумме) – 3-6 листов формата А1;

Объём технологической документации – 25-50 листов.

Пояснительная записка, конструкторские чертежи и технологическая документация дипломного проекта должны удовлетворять требованиям нормативных документов, обозначенных в разделе 2 "Нормативная документация".

Пояснительная записка и технологическая документация выполняются разборчиво и аккуратно, без зачёркиваний, без сокращения слов, за исключением общепринятых сокращений и сокращений, установленных в стандартах. Пояснительная записка оформляется согласно «Методических указания по оформлению курсового и дипломного проектов» от 2019 года. Текст пояснительной записки пишется на одной стороне листа писчей бумаги формата А4 ГОСТ 2.301-68 по формам 5 и 5а ГОСТ 2.101-68.

Пояснительная записка выполняется обучающимися на компьютере.

Конструкторские работы выполняются в соответствии с требованиями ЕСКД на компьютере, с использованием необходимых графических программ с последующим выводом на печать. Цикловой график и планировка должны выполняться на компьютере. Чертежи узла и приспособления можно выполнять как на компьютере так и «вручную».

5.4 Содержание пояснительной записки

Пояснительная записка должна содержать:

- Титульный лист по форме ПРИЛОЖЕНИЯ А;
- задание на дипломное проектирование по форме ПРИЛОЖЕНИЯ Б;
- лист “Содержание”.

Пояснительная записка должна содержать нижеперечисленные разделы.

- **1 Введение.**
- **2 Объект производства.** В этот раздел должны входить следующие главы:
 - номенклатура сборочных узлов участка узловой сборки;
 - описание и конструктивно-технологическая характеристика сборочных узлов;
 - технические условия на сборку заданного сборочного узла;
 - анализ технологичности заданного сборочного узла;
- **3 Технологическая часть.** В этот раздел должны входить следующие главы:
 - анализ заводского технологического процесса сборки узла;
 - выбор и обоснование проектируемого технологического процесса сборки узла;
 - выбор метода сборки, базирования и обеспечения взаимозаменяемости (увязки оснастки) узла;
 - определение схемы сборки узла с описанием её;
 - технические условия на поставку деталей для сборки узла;
- **4 Оснастка, оборудование, инструмент.** В этот раздел должны входить следующие главы:
 - перечень оснастки (приспособлений) для сборки узлов на участке;
 - технические условия на проектирование сборочного приспособления;
 - описание конструкции сборочного приспособления ;
 - оборудование, применяемое на участке узловой сборки;
 - виды инструмента, применяемые на участке узловой сборки;
- **5 Производственные расчёты.** В этом разделе должны быть освещены вопросы:
 - трудоёмкость участка узловой сборки;
 - число участников производства (рабочих, ИТР, МОП и т.д.) и их тарифно-квалификационные разряды;
 - потребное количество оборудования и оснастки и их загрузка;
 - размеры производственной и служебно-бытовой площади участка;
- **6 Организационная часть.** В этом разделе должны быть освещены вопросы:
 - размещения оборудования, оснастки, рабочих мест на участке;
 - транспортирования деталей и собранных узлов;
 - организации и обслуживания рабочего места;
 - организации технического контроля;

- разработки циклового графика сборки узлов участка.
- **7 Охрана труда на участке.** В этом разделе должны быть освещены вопросы:
 - организационно-правовые вопросы охраны труда;
 - мероприятия по производственной санитарии;
 - мероприятия по технике безопасности;
 - мероприятия по противопожарной защите.
- **8 Экономическая часть.** В этом разделе должны содержаться расчёты затрат:
 - на основные материалы;
 - на оборудование, оснастку, инструмент;
 - на заработную плату;
 - на цеховые расходы;
 - должна быть определена себестоимость единицы изделия;
 - должна быть оценка технико-экономической эффективности участка.
- **9 Заключение.** В этом разделе должно быть проведено сравнение основных показателей проекта с существующими на производстве и даны рекомендации по применению элементов проекта на практике.

В пояснительной записке также должно быть:

лист с указанием прикладываемых к ней чертежей, схем, технологической документации (ведомость документов, список использованных источников (технической литературы)). В пояснительную записку, перед листом с указанием прикладываемых документов, должны быть вшиты спецификации чертежей.

5.5 Содержание графической части

Графическая часть дипломного проекта должна содержать:

1. Чертеж общего вида сборочного узла: А1 – 1 шт.;
2. Чертеж общего вида сборочного приспособления: А1 – 1 шт.;
3. Цикловой график сборки узла: А3 – 1 шт.;
4. Чертежи трех деталей сборочного узла: А3 (А4) – 3 шт.;
5. Чертеж одной детали сборочного приспособления: А3 (А4) – 1 шт.;
7. Спецификации чертежей: А4 – 2 шт.

Чертежи должны выполняться с соблюдением масштаба. Графические работы должны распечатываться на белой бумаге соответствующего формата, иметь штамп основных надписей.

5.6 Содержание комплекта технологической документации.

Технологическая документация должна содержать:

- титульный лист комплекта технологической документации;
- маршрутный и (или) операционный технологический процесс;
- комплектовочную карту;
- ведомость оснащения.

Технологическая документация может выполняться как на кальке, так и на писчей бумаге. На кальке – обязательно чёрной тушью или чёрной пастой. Комплект технологической документации в зависимости от объёма листов может либо прикладываться к пояснительной записке, либо входить в её состав, при этом помещается он в пояснительной записке перед спецификациями чертежей.

6 Методические указания к выполнению разделов дипломного проекта

Изложенные методические указания позволят учащимся и руководителям дипломных проектов обеспечить единство требований и решений отдельных вопросов и дипломного проекта в целом.

Работать над каждым вопросом учащийся должен творчески, критически анализировать и принимать оптимальные решения. Методические рекомендации изложены в порядке с учётом последовательности выполнения курсового проекта.

6.1 Разработка раздела 1. Введение

Введение должно быть увязано с темой дипломного проекта и по объёму не должно превышать трёх страниц пояснительной записки.

Во введении рассматривают важность и актуальность темы. Указывают место темы в цепи производственного процесса сборки всего изделия. Отмечают современный уровень технологического процесса, механизации и автоматизации, качества выпускаемой продукции. Обозначают задачи по повышению уровня технологического процесса, улучшению механизации, повышению уровня автоматизации, повышению качества продукции.

6.2 Разработка Раздела 2. Объект производства

6.2.1 Номенклатура сборочных узлов участка узловой сборки

Номенклатура сборочных узлов участка определяется учащимися и подтверждается руководителем дипломного проектирования. Первым в списке сборочных узлов является узел, заданный заданием на дипломное проектирование. Остальные узлы определяются по действующему на производстве (в данном цехе) участку узловой сборки.

На каждый сборочный узел определяется (записывается) действующая трудоёмкость (норма времени). По этой трудоёмкости и заданной в проекте программе выпуска изделий предварительно определяется количество основных рабочих на участке. Количество основных рабочих на участке не должно быть слишком малым, иначе это будет не участок, а группа мастера и не должно быть слишком большим, иначе это будет не участок, а цех. Оптимальное количество основных рабочих на участке 40-70 человек.

В дальнейшем, для окончательного расчёта количество основных рабочих (см. р.6.5) действующая трудоёмкость должна быть скорректирована следующим образом: после разработки технологического процесса на сборку заданного узла и его нормирования определяется коэффициент снижения трудоёмкости, как отношение действующей трудоёмкости к новой.

На этот коэффициент снижается действующая трудоёмкость для каждого сборочного узла участка. Работа по определению номенклатуры участка может проводиться ещё во время преддипломной практики при наличии задания на дипломное проектирование.

6.2.2 Составление описания и конструктивно-технологических характеристик сборочных узлов участка

В данной главе необходимо вначале дать очень краткое описание целиком изделия (самолёта). Затем дать подробное описание в соответствии с п. 6.2.2.1 заданного заданием узла. И затем дать краткое описание остальных сборочных узлов участка.

6.2.2.1 Изучение чертежа и составление технического описания узла

В описании необходимо:

- указать местонахождения узла в конструкции агрегата и самолёта в целом, назначение узла и агрегата в который входит узел;
- охарактеризовать работу узла и агрегата в составе конструкции самолёта в конструктивном, силовом и функциональном отношениях;
- указать состав всех элементов узла;
- указать характер расположения всех элементов узла, их взаимосвязь;
- указать габаритные размеры узла;
- дать характеристику формы поверхности узла;
- указать тип и расположение стыковых элементов и элементов навески в узле;
- указать тип и наличие вырезов и проёмов в узле;
- охарактеризовать виды соединений, конфигурацию швов, расположение точек силового замыкания;
- указать на наличие замкнутых объёмов;
- охарактеризовать материалы, из которых выполнены элементы узла и механические характеристики, оказывающие влияние на технологичность сборки;
- указать другие конструктивные особенности узла, требования к герметизации, требования к герметичности и т.д.;
- описание конструкции узла должно соответствовать чертежу и схеме технологического членения.

Пример технического описания конструкции узла в ПРИЛОЖЕНИИ 1.

6.2.2.2 Составление технических условий на сборку узла

В технических условиях необходимо указать:

- степень законченности узла;
- допуски на отклонение аэродинамического контура от теоретического контура;
- 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.

Пример технических условий на сборку узла в ПРИЛОЖЕНИИ 2.

6.2.2.3 Анализ технологичности сборочного узла

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 на удельный вес этого показателя технологичности:

$$K_{\text{техн.}} = N_i \times M_i$$

где, N_i – значение показателя уровня технологичности;

M_i – удельный вес показателя технологичности;

i – порядковый номер показателя.

Значение показателей уровня технологичности и удельные веса показателей в ПРИЛОЖЕНИИ 3, в таблице 1.

После определения суммарного показателя технологичности ($K_{\text{техн.}}$) 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 ПРИЛОЖЕНИИ 3, таблице 2.

6.2.4 Составление схемы конструктивно-технологического членения сборочного узла

Схема конструктивно-технологического членения не входит как обязательная в задание на дипломное проектирование. Но может, при определённых условиях, задаваться учащемуся. В связи с этим данный пункт введён в методику.

Схема конструктивно-технологического членения предназначена для глубокого понимания конструкции узла, конструкции элементов (деталей) узла, конструктивных и технологических особенностей стыка элементов.

Схема членения своей наглядностью позволяет безошибочно определить состав технологических операций сборки, выбрать оптимальный метод сборки и увязки оснастки.

Конструктивно-технологическое членение назначается еще при проектировании самолета. Но на этапе разработки технологического процесса на заводе-изготовителе, с разрешения ОКБ, могут вноситься коррективы в схему членения.

Рациональное членение конструкции позволяет, как правило, использование параллельных схем сборки, следовательно - сократить цикл сборки, снизить трудоёмкость, выполнить разделение труда, расширить фронт работ, снизить затраты на технологическую оснастку за счёт её упрощения, широко применять средства механизации и автоматизации.

Необходимость членения определяется ещё и техническими возможностями оборудования и возможностями технологических процессов (габариты и сортамент полуфабрикатов, доступ к закрытым зонам изделия и т.п.)

При составлении схемы членения сборочного узла особое значение имеют обоснованные учащимися предложения по улучшению технологического членения.

Пример выполнения схемы технологического членения сборочного узла в ПРИЛОЖЕНИИ 4.

В схеме должны быть нанесены позиции входящих в узел деталей и приложена спецификация с их обозначением.

6.3 Разработка раздела 3. Технологическая часть

6.3.1 Анализ заводского технологического процесса сборки узла

Анализируя технологический процесс сборки узла, необходимо охарактеризовать следующее:

- вид описания технологического процесса (маршрутное, операционное);
- принятый метод сборки;
- достоинства технологического процесса;
- недостатки технологического процесса (необоснованные переходы разметки, припиловки, ручной клёпки и т.д.);
- применяемая оснастка, оборудование, инструмент.

Заканчивая анализ, отметить, что из технологического процесса следует применить в проектируемом и чего следует избежать.

6.3.2 Выбор и обоснование проектируемого технологического процесса сборки узла

Исходными данными для проектирования технологического процесса сборки являются:

- чертежи сборочного узла;
- конструктивно-технологические характеристики сборочного узла (п.6.2.2.1);
- технические условия на сборку (п.6.2.2.2).

Особое значение имеют требования к точности выполнения аэродинамической поверхности узла:

- тип производства (единичное, серийное, крупносерийное);
- анализ заводского технологического процесса (при наличии заводского технологического процесса);
- нормативы времени для нормирования технологического процесса;
- требования санитарно-гигиенических норм и норм противопожарной безопасности.

Для разработки технологического процесса сборки узла необходимо:

- выбрать метод (методы) сборки;
- выбрать методы базирования деталей при сборке;
- определить схему сборки;
- определить технические условия поставки деталей на сборку;
- разработать рабочий технологический процесс (операционный, маршрутный).

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.

6.3.2.1 Выбор описания технологического процесса

Технологический процесс выполняется в маршрутном и операционном исполнении. Для опытного и единичного типа производства – в маршрутном; для серийного и крупносерийного – в операционном.

В зависимости от конструкции сборочного узла, операционный технологический процесс может состоять из одной или нескольких операций.

Учащемуся следует разработать весь технологический процесс на сборку узла. Но достаточно в операционном исполнении выполнить одну операцию (15-20 листов). В этом случае остальные операции должны быть выполнены в маршрутном исполнении.

6.3.2.2. Содержание операционного технологического процесса

Технологический процесс должен содержать последовательность сборки, переходы контроля, необходимые материалы, детали, оснастку, оборудование, инструмент, должен быть пронормирован, должен иметь разряд работ и суммарную трудоёмкость. Для нормирования можно использовать нормы времени из ПРИЛОЖЕНИЯ 5.

К технологическому процессу должны быть приложены:

- Комплектовочная карта – К.К.;
- Карта ведомости оборудования – В.О.

6.3.2.3. Содержание маршрутного технологического процесса

Маршрутный технологический процесс должен содержать номера и наименования всех операций сборки узла с указанием трудоёмкости по каждой операции.

6.3.2.4 Оформление технологического процесса

В случае, если в составе технологического процесса имеется и операционный, и маршрутный технологический процесс, то оформляется титульный лист.

Все карты технологического процесса должны быть подписаны учащимся и руководителем курсового проекта. Если для выполнения технологического процесса применяются формы на кальке, то они должны быть заполнены чёрной тушью или чёрной пастой.

6.3.3. Выбор метода сборки, базирования и метода обеспечения взаимозаменяемости

6.3.3.1 Выбор метода (методов) сборки узла (п.6.3.2)

В дипломном проекте учащийся должен, коротко описать какие методы сборки применяются в агрегатно-сборочном производстве, на основе каких параметров выбирается тот или иной метод сборки. Дать анализ сборочного узла применительно к методам сборки.

Назвать и обосновать применяемый учащимся метод (методы) сборки заданного узла.

6.3.3.2. Выбор метода базирования (п.6.3.2)

Метод базирования деталей диктуется применяемым методом сборки.

Если применена сборка по СО, то базирование деталей между собой производится по сборочным отверстиям.

Если применена сборка в приспособлении, то базирование деталей к элементам приспособления производится по поверхности деталей и по отверстиям в деталях.

В дипломном проекте учащийся должен определить возможные варианты базирования всех деталей, входящих в собираемый узел (т.е. определить состав баз).

Методы базирования для деталей выбирают в следующей последовательности: сначала выбирают методы базирования для деталей, которые задают наиболее важные параметры конструкции (размеры, форму), затем – для остальных деталей.

Последовательность выбора баз:

- базирование обводообразующих деталей;
- базирование стыковых деталей и узлов навески;
- базирование силовых деталей каркаса;
- базирование несилловых деталей каркаса.

Метод базирования обводообразующих деталей зависит от конструкции узла. Если конструкция имеет компенсирующие элементы на каркасе, то применяется либо самый точный метод базирования – по наружной поверхности, либо по внутренней поверхности обшивки. Если нет компенсаторов, то по поверхности каркаса.

Базирование остальных деталей узла производится в зависимости от их назначения и конструкции, как по поверхности, так и по отверстиям (Б.О., О.С.Б., К.Ф.О.).

Выбранные варианты базирования деталей (вариант состава баз) заносят в таблицу по форме ПРИЛОЖЕНИЯ 7. Оптимальным считается тот состав баз, который удовлетворяет требованиям точности наружных обводов. При равной точности сборки для различных составов баз выбор производится по технико-экономическим показателям.

В ПРИЛОЖЕНИИ 6 для примера показана схема базирования при сборке панели.

6.3.3.3. Выбор метода обеспечения взаимозаменяемости и составление схемы увязки оснастки

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 настоящее время в самолётостроении применяют три метода обеспечения взаимозаменяемости (увязки оснастки) :

- плазово-шаблонный;
- эталонно-шаблонный;
- бесконтактный метод увязки.

В первом случае в качестве жёсткого носителя форм и размеров применяют шаблоны, инструментальные стенды, плаз-кондукторы.

Во втором случае в качестве исходного носителя форм и размеров используются эталоны поверхности агрегатов, которые полностью воспроизводят агрегаты по размерам и формам. По эталону поверхности при помощи контрэталона изготавливается монтажный эталон. Монтажный эталон обрабатывается по поверхности лекал и несёт на себе все стыки и разьёмы. При мелкосерийном и опытном производстве контрэталон и монтажные эталоны не изготавливают. Эталонно-шаблонный метод обеспечивает наиболее точную увязку всей технологической оснастки, чем обеспечивается высокая точность сборки особенно по стыкам, а также обеспечивается межзаводская взаимозаменяемость.

Недостатки метода: сложность, большая трудоёмкость, невозможность обеспечить требуемую жёсткость при больших габаритах агрегатов, длительный цикл подготовки производства.

Бесконтактный метод увязки появился с развитием компьютерной, оптической и лазерной техники. Позволяет отказаться от применения всей цепочки копирования размеров и сразу на станках с ЧПУ по программам, разработанным по теоретическим и рабочим чертежам, изготавливать детали механосборочного производства, оснастку заготовительно-штамповочного производства и обводообразующие элементы сборочной оснастки (рубильники, ложементы и т.д.) агрегатно-сборочного производства. Однако, для увязки стыков агрегатов необходимо применение разнообразных калибров разьёмов.

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.

Исходя из вышесказанного, учащийся в дипломном проекте должен провести анализ, выбрать и назвать оптимальный метод обеспечения взаимозаменяемости для сборочного узла.

Выбранный метод представить в виде схемы увязки для своего сборочного узла.

При составлении схемы увязки необходимо:

- выявить, какие детали будут оказывать влияние на точность контура;
- определить возможные методы изготовления деталей, необходимые шаблоны, эталоны, калибры для выполнения технологической и контрольной оснастки, для сверления всех типов отверстий. Полученную информацию свести в таблицу;
- определить элементы сборочного приспособления, образующие контур, метод изготовления контурообразующих элементов, метод монтажа приспособления.

Полученные данные занести в таблицу по форме ПРИЛОЖЕНИЯ 8.

6.3.3.4 Составление схемы сборки

Схема сборки определяет порядок поступления на сборку входящих 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, при этом:

- обозначение операций (переходов) следует брать из ПРИЛОЖЕНИЯ 9;
- обозначение оборудования и инструмента – из ПРИЛОЖЕНИЯ 10;
- обозначение элементов базирования – из ПРИЛОЖЕНИЯ 7.

В ПРИЛОЖЕНИИ 11 представлен пример составления схемы сборки для панели крыла.

6.3.3.5 Разработка технических условий на поставку деталей на сборку

Условия на поставку деталей определяют:

- степень законченности деталей по чертежу;
- дополнительные к чертежу требования по изготовлению деталей.

И первое и второе требования определяются проектируемым технологическим процессом сборки.

Если деталь должна полностью соответствовать чертежу, то на неё технические условия на поставку не оформляются. Если деталь нужно изготовить с отступлением от чертежа (не выполнять заданных чертежом отверстий, или выполнять эти отверстия меньшего диаметра для совместной с другой деталью разделки отверстий при сборке), то в технических условиях поставки это отражается конкретно. Если дополнительно к чертежу на детали нужно выполнить припуск, выполнить направляющие отверстия под заклёпки или болты (НО), сборочные отверстия (СО), то в технических условиях поставки указывается конкретно с какой стороны и какой величины припуск, какого диаметра и под что (заклёпки или болты) НО, какого диаметра к какой детали и сколько СО.

Технические условия на поставку деталей оформляются в виде таблицы по форме ПРИЛОЖЕНИЯ 12.

6.4 Разработка Раздела 4. Оснастка, оборудование, инструмент

На участке узловой сборки применяются приспособления для сборки узлов, различное клепальное, сверлильное оборудование и различные виды инструмента. Все эти орудия производства определяются разработанным технологическим процессом. В данном разделе необходимо дать их перечень, описание и характеристику.

6.4.1 Оснастка (приспособления)

В данной главе учащийся должен:

- разработать технические условия на проектирование приспособления для сборки заданного сборочного узла;
- дать описание конструкции спроектированного приспособления;
- привести перечень приспособлений для сборки всех узлов участка.

6.4.1.1 Разработка технических условий на проектирование оснастки (приспособления)

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

В связи с тем, что сборочные приспособления, с одной стороны, позволяют собрать узел, панель, агрегат самолёта с заданной точностью и с учётом технологических требований, с другой стороны обеспечить взаимозаменяемость собираемых элементов и высокую производительность труда, к ним предъявляются высокие технические требования.

6.4.1.1.1 Основными из этих требований являются:

- обеспечение заданной точности сборки изделия;
- сохранение точности сборочного приспособления в течение всего периода эксплуатации между регламентными осмотрами и ремонтами;
- сохранение стабильного положения базовых точек, узлов и поверхностей и надёжность фиксации собираемых элементов в течение всего периода эксплуатации приспособления;
- постоянство размеров независимо от колебаний температуры;
- обеспечение свободных подходов к рабочим зонам, хорошего освещения, минимального времени на фиксацию и расфиксацию;
- соблюдение правил техники безопасности.

Эти требования являются общими и обязательными и поэтому в технических условиях на проектирование не оговариваются.

6.4.1.1.2 В технических условиях на проектирование приспособления должны быть указаны:

- назначение приспособления;
- положение собираемого изделия в приспособлении;
- расстояние от уровня пола до зоны сборки;
- направление и средства выемки изделия из приспособления;
- методы обеспечения взаимозаменяемости (увязки);
- основные сборочные базы и фиксируемые элементы собираемого изделия;
- краткое описание очерёдности закладки деталей в приспособление при сборке;
- номенклатура вспомогательной оснастки.

Технические условия на проектирование приспособления заносятся в специальную форму ПРИЛОЖЕНИЕ 13.

6.4.1.2 Проектирование сборочного приспособления

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

К конструктивным характеристикам собираемых изделий относятся:

- геометрическая форма и габариты изделия, определяющие размеры и форму сборочного приспособления;
- вид главной базирующей поверхности изделия, т.е. поверхности, подлежащей фиксированию в приспособлении и определяющей количество и форму фиксаторов обвода (рубильников и ложементов);

- виды и места плоскостей разъемов и узлов стыков изделий, определяющие количество, конструкцию и габариты плит разъемов.

К технологическим характеристикам собираемых изделий относятся:

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

Исходными материалами для проектирования сборочного приспособления являются:

- чертежи собираемого изделия;
- технические условия на сборку;
- технологический процесс сборки (последовательность установки и фиксации в приспособлении деталей изделия);
- средства, используемые для механизации процесса сборки (клепальные, сверлильно-зенковальные головки и т.п.);
- альбомы типовых элементов конструкции приспособлений (фиксаторы, прижимы и т.п.);
- «Основные требования...» к проектированию сборочных приспособлений (п.6.4.1.1);
- «Технические условия...» на проектирование сборочного приспособления (п.6.4.1.2).

6.4.1.3 Описание конструкции сборочного приспособления

Описание следует начинать с того, что указать назначение приспособления. Затем классифицировать приспособление. Известно, что приспособления классифицируются по двум основным признакам - технологическому и конструктивному.

К технологическим признакам относятся:

- вид сборочной единицы (узел, отсек, агрегат);
- характер выполняемых операций (сборка, фрезерование плоскостей стыков, разделявание стыковых отверстий, нивелирование).

К конструктивным признакам относятся:

- специальные (неразборные, сборно-разборные);
- специализированные (нерегулируемые, регулируемые).

В описании указать: какова конструкция рамы приспособления, в каком положении производится сборка, на какой высоте от пола, как производится выемка изделия.

В описании указать также элементы фиксации, какова механизация, каковы основные применяемые материалы, что является источником для увязки оснастки и какие в приспособлении предусмотрены элементы для установки источников увязки.

В описании также указать, какие предусмотрены меры защиты от коррозии.

6.4.2. Оборудование

В этой главе учащийся должен составить перечень клепального и сверлильного оборудования, применяемого на участке и дать их техническую характеристику. К клепальному оборудованию относятся стационарные клепальные прессы типа КП, клепальные автоматы типа АК, переносные клепальные прессы (пневмоскобы). К сверлильному оборудованию относятся сверлильно-зенковальные установки (СЗУ) и различные настольные сверлильные станки.

6.4.3. Инструмент

В этой главе учащийся должен указать виды инструмента, применяемого на участке узловой сборки и дать их краткую характеристику. На участке узловой сборки как правило применяются следующие виды инструменты:

- пневматический переносной инструмент для сверления отверстий (пневмодрели);
- пневматические клепальные молотки;
- монтажный инструмент (шаблоны типа РШ, гаечные ключи, отвёртки и т.д.);
- режущий инструмент (свёрла, зенкера, зенковки, развёртки, протяжки и т.д.);
- мерительный инструмент (линейка, штангенциркуль);
- контрольный инструмент (индикаторы, различные калибры, спец. шаблоны и т.п.).

По сверлильному и клепальному инструменту учащемуся нужно указать шифр типового представителя.

При желании учащийся может указать типового представителя и по другим видам инструмента.

6.5 Разработка раздела 5.Производственные расчёты

6.5.1 Трудоёмкость участка узловой сборки

В этой главе учащийся должен показать номенклатуру и трудоёмкость сборочных единиц участка в виде таблицы.

Трудоёмкость на заданный узел определяется нормированием технологии, а на остальные узлы по действующей на предприятии трудоёмкости, откорректированной на коэффициент снижения (см.п.6.2.1).

Суммарная трудоёмкость участка определяется по формуле:

$$T_{шт.уч} = \sum_{i=1}^n (T_{шт.i} \cdot A) \cdot N_{пр},$$

где $T_{шт.уч}$ – штучное время сборки сборочных единиц участка;

$T_{шт.i}$ – штучное время этой сборочной единицы;

A – количество сборочных единиц на самолёт;

$N_{пр}$ – годовая программа выпуска изделий.

После определения суммарного штучного времени по участку определяется штучное время по видам работ, исходя из технологического процесса сборки:

- слесарно-сборочным работам;
- клепальным работам;
- работам по герметизации и т.д.

Штучное время по видам работ определяется по формулам, аналогичным формуле определения суммарного штучного времени по участку:

$$T_{шт.уч.спец} = \sum_{i=1}^n (T_{шт.спец.i} \cdot A) \cdot N_{пп},$$

где $T_{шт.уч.спец}$ – штучное время участка вида работ (слесарно-сборочные работы, клепальные работы, работы по герметизации и т.д.);

$T_{шт.спец.i}$ – штучное время этого вида работ.

Затем определяется трудоёмкость участка по штучно-калькуляционному времени по

формуле: $T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n}$,

где $T_{шт.к}$ – трудоемкость по штучно-калькуляционному времени;

$T_{п.з}$ – подготовительно-заключительное время;

n – количество деталей в партии.

Для агрегатно-сборочного и сборочного производства « n » принимается равной 1.

$$T_{п.з} = (T_{оп} \cdot A_{п.з})/100,$$

где $T_{оп}$ – оперативное время выполнения работ;

$A_{п.з}$ – коэффициент подготовительно-заключительного времени.

$$T_{оп} = \frac{T_{шт}}{\left[1 + \frac{(A_{об} + A_{олн})}{100}\right]},$$

где $A_{об}$ – коэффициент времени обслуживания рабочего места;

$A_{олн}$ – коэффициент времени на отдых и личные надобности.

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \left[1 + \frac{A_{пз}}{100 + A_{об} + A_{олн}}\right],$$

$A_{пз} = 3,5\%$ табл. 4.34 (Иконников и др. "Нормирование

$A_{об} = 4,5\%$ труда в машиностроении")

$A_{олн} = 10\%$ от операционного времени.

После определения $T_{шт.к}$ участка, определяется $T_{шт.к}$ по видам работ.

Данные расчета сводятся в таблицу.

6.5.2 Число участников производства (рабочих, ИТР, МОП,) и их тарифно-квалификационные разряды

6.5.2.1 Определение потребности основных производственных рабочих

Определение потребного количества основных производственных рабочих производят по участку, по каждой профессии и по каждому квалификационному разряду.

Количество основных производственных рабочих по участку определяется по формуле:

$$P_{осн.пр.р} = \frac{T_{шт.к} \cdot N_{пр}}{F_{з.раб.} \cdot K_{в.н}},$$

где $F_{з.раб.}$ – эффективный фонд рабочего времени рабочих – рассчитывается исходя из календарных рабочих дней и планируемых выходных, праздничных дней и плановых потерь (12-13%).

$K_{в.н.}$ – коэффициент выполнения норм времени.

$K_{в.н.}$ для агрегатно-сборочного и сборочного производства принимается в пределах $1,1 \div 1,15$.

Количество основных рабочих по специальности определяется по этой же формуле по трудоёмкости каждого вида работ.

Количество основных рабочих по разрядам определяется по этой же формуле по трудоёмкости работ каждого разряда.

Количество основных рабочих заносится в таблицу "Численность основных производственных рабочих участка".

Определение среднего разряда основных производственных рабочих производится по формуле:

$$P_{ср} = \frac{R2 \cdot P2 + R3 \cdot P3 + R4 \cdot P4 + R5 \cdot P5 + R6 \cdot P6}{P2 + P3 + P4 + P5 + P6},$$

где $R2, 3, 4, 5, 6$ – цифра разряда;

P2, 3, 4, 5, 6 – количество рабочих.

Определение средней тарифной ставки основных производственных рабочих производится по формуле:

$$T_{\text{ст.ср}} = \frac{T_{\text{ст.2}} + T_{\text{ст.3}} + T_{\text{ст.4}} + T_{\text{ст.5}} + T_{\text{ст.6}}}{P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6}.$$

6.5.2.2 Определение потребности вспомогательных рабочих

Определение количества вспомогательных рабочих ведётся с учётом того, что некоторая часть из них выполняет общецеховые функции, обслуживая несколько участков цеха. Поэтому такие должности как раздатчик инструмента, слесари ПРИН, ремонтники для участка не рассчитываются.

Для участка могут рассчитываться вспомогательные рабочие: контролёры, бригадиры, комплектовщики, распределители работ. Для серийного производства количество вспомогательных рабочих составляет 15-20% от основных. При определении количества вспомогательных рабочих по специальностям, необходимо «привязывать» их к количеству мастеров участка. Количество вспомогательных рабочих определяется и по квалификационным разрядам. Количество вспомогательных рабочих заносится в таблицу.

“Численность вспомогательных рабочих участка”.

Средний разряд (P_{ср}) и средняя тарифная ставка (T_{ср}) вспомогательных рабочих определяется аналогично основным рабочим (см.п.6.5.2.1)

6.5.2.3 Определение потребного количества младшего обслуживающего персонала (МОП)

К МОП относятся уборщицы инженерных помещений. Уборщицы инженерных помещений выполняют общецеховые функции и поэтому количество их для участка не просчитывается. Количество МОП составляет 2-3% от общего количества рабочих (производственных и вспомогательных).

6.5.2.4 Определение потребного количества ИТР

К инженерно-техническим должностям относятся должности начальника участка, старшего мастера, мастера, контрольного мастера, технологов, начальников различных бюро, нормировщика, плановика, диспетчера и т.д. Большинство из них выполняет общецеховые функции и поэтому количество их для участка не определяется.

ИТР, которых нужно отнести к участку это: нач.участка, старшие мастера, мастера, контрольные мастера, технологи. Количество ИТР принимают 10-12% от общего числа рабочих (производственных и вспомогательных).

Число мастеров определяют из условия, что в группе мастера должно быть 20-25 рабочих. Количество технологов – исходя из количества мастеров, точно также как количество старших мастеров. Количество контрольных мастеров – исходя из количества контролёров и сложности контрольных операций.

6.5.3 Потребное количество оснастки и оборудования и их загрузка

Потребное количество оснастки и оборудования определяется исходя из номенклатуры сборочных узлов участка, трудоёмкости сборки и годовой программы.

6.5.3.1 Определение потребности оснастки (приспособлений)

Номенклатура стапелей (приспособлений) определяется составом сборочных узлов участка. Для каждого приспособления необходимо определить количество “дублёров”.

Для каждого приспособления необходимо определить количество “дублёров”.
Количество “дублёров” определяется по формуле:

$$N_{ст.i} = \frac{T_{шт.ст.i} \cdot \delta \cdot N_{пр}}{F_{д.об} \cdot K_{вн} \cdot f_i},$$

где $N_{ст.i}$ – количество ступеней (приспособлений) для сборки этой сборочной единицы;

$T_{шт.ст.i}$ – штучное время работы в ступени при сборке этой сборочной единицы;

$F_{д.об}$ – годовой действительный фонд рабочего времени оборудования, который определяется исходя из календарных рабочих дней в году, сменности, планируемых выходных и праздничных дней и плановых потерь (8%);

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения норм $K_{вн}=1,1 \div 1,15$;

f_i – количество одновременно работающих в ступени при сборке этой сборочной единицы;

δ – количество сборочных единиц данного наименования ($\delta=2$ при наличии левой или правой сборочной единицы);

$N_{пр}$ – годовая программа выпуска изделий.

Кроме оснастки необходимо определить количество верстаков на участке.

$$N_{в} = \frac{T_{шт.в.уч} \cdot N_{пр}}{F_{д.об} \cdot K_{вн} \cdot f_i},$$

где $T_{шт.в.уч}$ – штучное время работ на верстаке при сборке сборочных единиц участка.

6.5.3.2 Определение потребности в оборудовании

На участке узловой сборки может применяться сверлильное, клепальное, испытательное оборудование.

Состав сверлильного оборудования: сверлильно-зенковальные установки (СЗУ), настольные и стационарные сверлильные станки. Состав клепального оборудования: клепальные автоматы, стационарные клепальные прессы, переносные клепальные прессы (пневмоскобы).

В состав испытательного оборудования могут входить различные стенды для промывки, испытания отработки трубопроводных систем самолёта.

Номенклатура оборудования участка определяется технологическим процессом. Количество каждого наименования оборудования на участке определяется по формуле:

$$N_{об.i} = \frac{T_{шт.уч.i} \cdot N_{пр}}{F_{об} \cdot K_{вн} \cdot f_i},$$

где $N_{об.i}$ – количество итого оборудования на участке;

$T_{шт.уч.i}$ – штучное время работы итого оборудования при сборке сборочных единиц участка.

6.5.3.3 Определение загрузки оснастки и оборудования и их стоимости

Загрузка оснастки и оборудования определяется коэффициентом загрузки:

$$K_з = \frac{N_{расч.}}{N_{прин.}},$$

где $N_{расч.}$ – расчётное количество;

$N_{прин.}$ – принятое количество.

Коэффициент загрузки определяется по каждому наименованию оснастки и оборудования, включая и рабочие верстаки. После определения коэффициентов загрузки оснастки и оборудования определяется средний коэффициент загрузки по участку:

$$K_{з.ср.} = \frac{K_{з.1} \cdot N_1 + K_{з.2} \cdot N_2 + \dots + K_{з.n} \cdot N_n}{N_1 + N_2 + \dots + N_n},$$

Данные расчётов оснастки и оборудования сводятся в таблицу.

Затем определяется стоимость оснастки и оборудования. Данные заносятся в таблицу.

Загрузка оснастки и оборудования изображается графически в “Графике загрузки оснастки и оборудования”.

6.5.4 Размеры производственной, служебно-бытовой и вспомогательной площадей участка

Общая площадь участка включает в себя:

- производственную площадь;
- служебно-бытовую площадь;
- вспомогательную площадь.

6.5.4.1 Определение производственной площади

Производственная площадь состоит из:

- площади для расстановки оснастки и оборудования;
- площади для проходов, а при необходимости и проездов (внутрицехового транспорта);
- площади для размещения мастеров и контрольных работников;
- площади под стеллажи для межоперационного хранения (при необходимости) подборок сборочных узлов.

Все названные площади кроме площади под проходы и проезды определяются расчётным путём:

$$S_{\text{пр.пл}} = \Sigma S_{\text{пр.ст}} + \Sigma S_{\text{пр.об}} + \Sigma S_{\text{пр.в}} + \Sigma S_{\text{м.к/р}} + \Sigma S_{\text{м.оп.х}}$$

где: $S_{\text{пр.пл}}$ – производственная площадь участка;

$S_{\text{пр.ст}}$ – “ под приспособление;

$S_{\text{пр.об}}$ – “ под оборудование;

$S_{\text{пр.в}}$ – “ под верстак;

$S_{\text{м.к/р}}$ – площадь для размещения мастеров и контрольных работников;

$S_{\text{м.оп.х}}$ – площадь под стеллажи для межоперационного хранения подборок.

Производственная площадь под приспособление определяется по формуле:

$$S_{\text{пр.ст.}} = S_{\text{уд.ст.}} \times J \times N_{\text{ст.}}$$

где: $S_{\text{уд.ст.}i}$ – удельная площадь стапеля сборочной единицы (определяется габаритами согласно сборочного чертежа приспособления;

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

$N_{\text{ст.}}$ – количество стапелей этой сборочной единицы (принимается $N_{\text{ст.}}=1$).

Производственная площадь под верстаки определяется:

$$S_{\text{пр.в}} = S_{\text{уд.в}} \times J,$$

где: $S_{\text{уд.в}}$ – площадь, занимаемая одним верстаком – определяется габаритами верстака.

Производственные площади, занимаемые рабочими столами мастеров и контролёров, а также стеллажами для межоперационного хранения определяются габаритами столов и стеллажей. Необходимые проходы между ними назначаются при разработке планировки участка. Площади под проходы и проезды на участке (при их необходимости) назначаются при разработке планировки участка.

6.5.4.2 Определение площади под служебно-бытовые и вспомогательные помещения

В служебных и бытовых помещениях располагаются кабинеты административно-технического персонала, гардеробные, туалеты, душевые, буфеты, красные уголки. К вспомогательным относятся ремонтные, помещения для материалов, деталей, нормалей, полуфабрикатов и готовой продукции.

В большинстве своём служебно-бытовые и вспомогательные помещения обслуживают не участок, а весь цех.

К участку узловой сборки следует отнести следующие помещения:

- помещение (кабинет) начальника участка;
- “ под раздевалку;
- “ под промежуточный склад подборок и сборочных узлов участка.

Площадь кабинета начальника участка определяется из возможности проведения совещаний с участием мастеров, контрольных работников и технологов участка.

Площадь помещения под раздевалку определяется исходя из количества работающих на участке метода хранения одежды: открытого или закрытого. Преимущество отдаётся закрытому методу хранения, т.е. хранению в индивидуальных шкафах.

Площадь под промежуточный склад определяется номенклатурой подборок и сборочных узлов участка, количеством комплектов хранения и методом хранения (одноэтажное, многоэтажное хранение).

Служебно-бытовые помещения располагают как правило с одной или с двух продольных сторон участка.

6.6 Разработка Раздела 6. Организационная часть

6.6.1 Разработка планировки участка узловой сборки

Планировка участка зависит, от характера производства, особенностей и габаритных размеров объекта производства, от объёма производства (годовой программы выпуска).

Планировку участка узловой сборки следует вести в порядке выполнения технологического процесса. Оборудование, обслуживающее несколько или все рабочие места располагать равноудаленным от них.

Предусматривать “коридоры” для транспортировки изделий и оборудования верхним транспортом. Предусматривать проходы и проезды для межцехового транспорта. Участок располагать так, чтобы он вписывался в общую компоновку цеха.

Планировку участка рекомендуется производить следующим образом:

- Предварительно на лист миллиметровой бумаги в масштабе 1:100 (реже 1:50 или 1:200) наносят сетку колонн. Ширина пролёта здания между осями колонн может быть 12, 18, 24, 36 метров. Ширину пролёта выбирают исходя из размеров изделия. Шаг колонн может быть 6, 12 метров.
- Вырезают из картона (или другой плотной бумаги) изображение (темплеты) контуров оснастки, оборудования, рабочих верстаков в том же масштабе, что и план здания. При вычерчивании темплета принимают контур оснастки, оборудования с учётом крайних положений движущихся элементов (с учётом, например, открытого положения рубильников приспособления). На плане участка располагают темплеты оснастки, оборудования, верстаков в возможно более короткую технологическую линию. Предусматривают там, где это необходимо, места для внестapelных работ, места для межоперационного хранения сборочных узлов.

- Расстояние между стапелями, оборудованием, верстаками, подставками для внестапельных работ, ложементами для межоперационного хранения следует принимать, как правило –700 мм.
- При расположении стапелей фронтом друг к другу – 1300 мм. При этом следует учитывать:
- по стапельной оснастке – направление выемки сборочного узла из стапеля и если выемка вбок или торец, то предусматривать площадь для этого.
- по оборудованию (клепальному) – возможность свободного подхода с клепальными узлами различных габаритов.
- Расстояние между верстаками может быть разным, в зависимости от расположения верстаков относительно друг друга: при расположении “в затылок” – 1300 мм; при расположении тыльными сторонами – 700 мм.
- Расстояние от стапелей, оборудования и т.д. до стен и колонн здания должно быть: при расположении тыльной или боковой стороной – 700 мм, при расположении фронтом – 1300 мм. На плане размеры главных проходов и проездов, предназначенных для транспортировки материалов, деталей, сборочных узлов и движения людей, кроме указанных норм определяются также габаритами применяемых транспортных средств (ручных, электрических тележек, мостовых кранов и др.).
- На плане должно быть схематично показано применённое верхнее транспортное средство (мостовой кран, кран балка, эл. тельфер...).
- На плане должны быть указаны рабочие места: мастеров, контрольных работников, помещение для начальника участка, гардеробных, помещения для проведения работ по герметизации (при наличии этой технологии на проектируемом участке). После окончания проектирования плана участка на миллиметровке и согласования его с руководителем дипломного проекта, план участка выполняется на компьютере.

6.6.2 Организация транспортировки изделий на участке.

В этом разделе следует сказать о транспортных потоках на участке. Определить какими видами транспорта он обеспечивается. Выбор транспортных средств зависит от характера, габаритов и веса материалов, деталей и сборочных узлов изделия. В качестве транспортных средств может применяться напольный транспорт: ручные тележки, автокары, электротележки и верхний транспорт: мостовые краны, кран балки, эл. тельферы.

6.6.3 Организация и обслуживание рабочего места.

Кроме рациональной планировки рабочих мест большое влияние на производительность труда и качество продукции имеет правильно организованное обслуживание рабочего места материалами, деталями, приспособлениями, инструментом, технической документации; обеспечение текущего ремонта и надзора за оборудованием; уборка рабочего места.

Система обслуживания рабочего места разрабатывается применительно к каждому типу производства (см. таблицу ниже). Учащийся должен описать способ обслуживания рабочего места различными службами.

Способы обслуживания рабочего места

Ответственный за обслуживание	Функция обслуживания	Тип производства	
		Серийное и крупносерийное производство	Единичное и мелкосерийное производство
Производственно-диспетчерское бюро	Обеспечение технической документацией, материалами, деталями, транспортом.	На основании технологического процесса и производственно-диспетчерских графиков.	На основании задания и графиков работ.
Мастер	Выдача заданий и систематический инструктаж рабочего	На основании производственно-диспетчерских графиков	“”
Инструментально-раздаточная кладовая	Обеспечение инструментом, приспособлениями	Доставкой на рабочее место в соответствии с технологическим процессом и графиком принудительной смены режущего инструмента	В соответствии со сменным заданием
Архивариус (выч)	Обеспечение чертежами и техническими условиями	Доставкой на рабочее место в соответствии с технологическим процессом и графиком принудительной смены режущего графиком	“”
Наладчик	Обеспечение наладки оборудования и оснастки	На основании производственно-диспетчерских графиков и графиков принудительной смены режущего инструмента	На основании графиков и по мере надобности.
Ремонтная служба	Обеспечение ремонта и межремонтного обслуживания технологического оборудования.	На основании годовых, квартальных и месячных графиков планово-предупредительного ремонта (ППР); по вызовам в аварийных случаях.	
Бюро технического контроля	Обеспечение контроля качества сборки изделий.	По каждому изделию	Выборочно в течение смены по Графику БТК.

6.6.4 Организация технического контроля

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

При назначении вида контроля и измерительного инструмента следует добиваться следующих целей: создания гарантийных условий выявления дефектов; профилактики брака; экономии затрат труда на контроль качества продукции.

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

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

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

6.6.5 Разработка циклового графика сборки узлов

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

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

Производственный цикл состоит из технологического времени, затраченного непосредственно на изготовление (сборку), времени контроля, времени транспортировки, времени на естественные процессы (сушка, старение, полимеризацию и т.п.). Чем короче производственный цикл, тем меньше затрат на производство заданной продукции.

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

Цикловой график разрабатывается. В нём содержится:

- краткий перечень и последовательность выполнения операций (согласно схеме сборки, технологического процесса);
- трудоёмкость (норма времени) на выполнение каждой операции в норма-часах;
- количество одновременно работающих на каждой операции;
- цикл (в принятом масштабе времени) – в минутах, часах, сменах, днях;
- цикл в графическом изображении.

Длительность цикла по каждой операции определяется по формуле:

$$Z = \frac{T}{n \cdot k},$$

где: T – трудоёмкость (норма времени на выполнение операции);

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

n – количество одновременно работающих, человек.

Количество одновременно работающих по каждой операции определяется по опыту из расчёта, что на каждой операции должно быть максимально возможное количество рабочих, параллельно выполняющих сборку и не мешающих друг другу в работе.

Цикл определяется для каждого сборочного узла участка. При этом для заданного узла – пооперационно; для остальных узлов – общий (одной линией).

6.7 Разработка раздела 7. Охрана труда на участке

6.7.1 Организационно – правовые вопросы охраны труда

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

В данном подразделе необходимо изложить роль охраны труда в производственной деятельности человека, дать характеристику потенциально опасных и вредных производственных факторов проектируемого участка (установки, стенда, технологического процесса, аппарата, механизма, прибора и т.п.).

Дать оценку вредности применяемого сырья и материалов. Требования безопасности должны быть учтены на всех стадиях разработки конструкторской документации на изделия (ГОСТ 2.103-68) и при проектировании технологических процессов (ГОСТ 3.1102-81).

6.7.2 Мероприятия по производственной санитарии

В данном подразделе необходимо рассмотреть основные вопросы борьбы с вредными производственными факторами, характерными для данного участка или технологического процесса (вредные пары, газы, пыль, наличие шума, вибрации, ионизирующие и электромагнитные излучения; лазерной или ультразвуковой техники и т.п.). Также возможно освещение вопросов вентиляции (СниП 2.04.05-86), освещения (СниП II-4-79), уборки отходов производства. Все меры борьбы с вредными производственными факторами должны рассматриваться только в соответствии со стандартами, отраслевыми нормами и правилами.

6.7.3 Мероприятия по технике безопасности

В данном подразделе необходимо рассмотреть планировку участка, работающее оборудование на участке; основные предохранительные и защитные устройства для предупреждения случаев травматизма в процессе работы на опасных участках (ГОСТ 12.2.029-88, ГОСТ 12.2.061-81, ГОСТ 12.2.062-81). Кроме этого в данном подразделе должны быть рассмотрены вопросы механизации и автоматизации трудоёмких и опасных работ (СниП 3.05.07-85).

6.7.4 Мероприятия по противопожарной защите

В самолётостроении большое значение имеет снижение массы и повышение прочности летательных аппаратов, которые эксплуатируются в самых различных климатических условиях, на малых и больших высотах, при резких перепадах температур, высоких скоростях полёта. Это требует применения лёгких и прочных материалов и их сплавов, широкого использования пластмасс и полимеров, что вызывает повышенную пожароопасность. В тех.процессах значительный уд. вес имеют сварочные работы, пайка, клеевые работы, термообработка материалов и деталей с высоким нагревом и различными режимами охлаждения на воздухе, в жидкостных ваннах и инертных газах. Широко применяются лакокрасочные покрытия, консервация и расконсервация деталей, узлов с применением пожароопасных жидкостей.

Поэтому в этом подразделе необходимо рассмотреть категорию производства по пожарной опасности (СниП II-90-81); средства и системы пожаротушения (ГОСТ 12.1.004-85), которые вы применяете, а также системы пожарной сигнализации (СниП 2.04.09-84, ГОСТ 13815-82Е, Гост 14630-80)

6.8 Разработка раздела 8. Экономическая часть

В экономической части дипломного проекта проводятся технико-экономические расчёты размеров затрат на сборку изделия, себестоимости готового изделия и даётся окончательный анализ эффективности спроектированного технологического процесса и участка узловой сборки цеха.

Экономические обоснования могут носить самый разнообразный характер: обоснование частных решений по выбору вариантов технологического процесса, оценка эффективности реорганизации участка узловой сборки агрегатно-сборочного цеха на базовом заводе и т.п.

Работая над экономической частью проекта, учащийся должен:

- определить расходы и стоимость основных материалов изделий, изготавливаемых на участке узловой сборки;
- определить годовой фонд заработной платы работников участка;
- определить расходы на содержание и эксплуатацию оборудования;
- определить цеховую себестоимость;
- дать оценку технико-экономической эффективности участка;
- составить технико-экономические показатели участка.

6.8.1 Определение расхода и стоимости основных материалов

Определение расхода и стоимости основных материалов проводится по следующим исходным данным: марке материала, виду исходных заготовок (прокат, штамповка, литьё и т.п.), массе заготовок и массе реализуемых отходов. Стоимость материалов и отходов принимается по прейскурантам, ценникам или по заводским данным.

6.8.1.1 Определение массы и номенклатуры материалов

Для участка узловой сборки масса и номенклатура материалов определяется для одного узла каждого наименования. Данные по материалам заносятся в таблицу по форме Приложения 14 таблица 1.

Общая масса данного материала определяется по формуле:

$$M_1 = (m_1^I \cdot n_1 + m_1^{II} \cdot n_2 + \dots + m_i^I \cdot n_i) \cdot N_{\text{пр}},$$

где: $m_1^I \dots m_i^I$ – масса данного материала в каждом узле участка;

$n_1 \dots n_i$ – количество данного узла на изделие (самолёт);

$N_{\text{пр}}$ – годовая программа.

6.8.1.2 Определение стоимости материалов.

Стоимость материалов определяется по формуле:

$$C_M = M_1 \times C_1 + M_2 \times C_2 + \dots + M_i \times C_i,$$

где: C_M – стоимость материалов;

$C_1 \dots C_i$ – цена соответствующего материала.

Данные по материалам заносятся в таблицу по форме Приложения 14 таблица 2.

6.8.2 Определение годового фонда заработной платы (ЗП)

6.8.2.1 Определение годового фонда ЗП производственных рабочих (ПР)

Фонд заработной платы ПР складывается из основной и дополнительной ЗП. Для расчётов основной ЗП вначале следует определить расценки на выполнение операций технологического процесса по формуле:

$$P_{\text{изд.}} = T_{\text{ст. ср.}} \times T_{\text{шт. к. уч.}} \times K_{\text{пр}}$$

где: $T_{\text{ст. ср.}}$ – средняя тарифная ставка;

$T_{\text{шт. к. уч.}}$ – трудоёмкость участка по штучно-калькуляционному времени;

$K_{\text{пр}}$ – коэффициент премирования основных рабочих, $K_{\text{пр}}=1,6$.

Фонд основной заработной платы определяется по формуле:

$$З_{\text{осн.}} = P_{\text{изд.}} \times N_{\text{пр.}}$$

Фонд дополнительной ЗП принимается в размерах 10-15% от $З_{\text{осн.}}$. Фонд ЗП участка определяется как сумма $З_{\text{осн.}}$ и $З_{\text{доп.}}$.

Данные расчётов по определению ЗП основных рабочих заносятся в таблицу по форме приложения 35.

6.8.2.2 Определение годового фонда ЗП вспомогательных рабочих

$$ЗП_{\text{всп.}} = ЗП_{\text{всп. осн.}} + ЗП_{\text{всп. доп.}}$$

$$ЗП_{\text{всп.}} = ЗП_{\text{наладч}} + ЗП_{\text{контр}} + ЗП_{\text{комплект}} + ЗП_{\text{инстр}} + ЗП_{\text{уборщ.}}$$

- ЗП наладчика:

$$ЗП_{\text{наладч}} = T_{\text{ст}} \times T_{\text{пз}} \times П_{\text{зап}} \times K_{\text{пр}} + ЗП_{\text{доп.}}$$

где: $T_{\text{ст}}$ – тарифная, почасовая ставка ставка наладчика;

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

$$T_{\text{пз}} = T_{\text{шт. к}} - T_{\text{шт.}}$$

$П_{\text{зап}}$ – количество запусков на годовую приведённую программу,

$$П_{\text{зап}} = \frac{N_{\text{пр.}}}{y};$$

y – количество узлов, собираемых на участке;

$K_{\text{пр}}$ – коэффициент доплат – 1,25;

$ЗП_{\text{доп.}}$ – 5-10% от $ЗП_{\text{осн. нал.}}$.

- ЗП контролёра:

$$ЗП_{\text{контр.}} = ЗП_{\text{осн. контр}} + ЗП_{\text{доп. контр.}}$$

$$ЗП_{\text{осн. контр}} = T_{\text{ст}} \times F_{\text{д. раб.}} \times П,$$

где: $П$ – численность (количество) контролёров на участке;

$ЗП_{\text{доп. контр}} = 10\%$ от $ЗП_{\text{осн. контр.}}$.

- ЗП комплектовщиц:

$$ЗП_{\text{комплект}} = ЗП_{\text{осн. ком}} + ЗП_{\text{доп. ком.}}$$

$$ЗП_{\text{осн. ком}} = T_{\text{ст}} \times F_{\text{д. раб.}} \times П_{\text{ком.}}$$

где $ЗП_{\text{доп. ком}} = 10\%$ $ЗП_{\text{осн. ком.}}$.

- ЗП инструментальщиков:

$$ЗП_{инстр} = ЗП_{осн.инс} + ЗП_{доп.инс},$$

$$ЗП_{осн.инс} = T_{ст} \times F_{д.раб} + П_{инс},$$

где $ЗП_{доп.инс} = 10\%$ от $ЗП_{осн.инс}$.

- ЗП уборщиц производственных помещений:

$$ЗП_{уборщ} = Q \times K_{пр} \times 12 \times П$$

где: Q – оклад в месяц;

$K_{пр}$ – коэффициент премии, $K_{пр}=1,6$;

12 – количество месяцев;

П – численность (количество) уборщиц.

Отчисление на социальное страхование вспомогательных рабочих определяется:

$$O_{cc} = 38\% \text{ от } ЗП_{всп.раб}.$$

6.8.2.3 Определение годового фонда заработной платы ИТР

- ЗП начальника участка:

$$ЗП_{нач.уч.} = Q \times K_{пр} \times 12.$$

- ЗП мастера:

$$ЗП_{мас} = Q \times K_{пр} \times 12 \times П_{мас},$$

где: $П_{мас}$ – количество мастеров.

- ЗП технолога:

$$ЗП_{тех} = Q \times K_{пр} \times 12 \times П_{тех}.$$

Отчисление на социальное страхование ИТР

$$O_{cc} = 38\% \text{ от } ЗП_{ИТР}.$$

6.8.2.4 Определение общего годового фонда ЗП по участку

$$ЗП_{уч} = ЗП_{осн} + ЗП_{всп} + ЗП_{ИТР}.$$

Отчисления на социальное страхование по участку:

$$O_{cc} = 38\% \text{ от } ЗП_{уч}.$$

Данные расчётов заносятся в таблицу.

6.8.2.5 Определение среднемесячной ЗП и сравнение её со среднемесячной ЗП по области

Среднемесячная ЗП определяется для необходимости сравнения с фактической ЗП в данном регионе.

Делается вывод: Среднемесячная ЗП составила, что меньше (или больше) среднемесячной ЗП по области.

И даются рекомендации, что нужно сделать для увеличения (или уменьшения) ср.ЗП.

6.8.3 Определение расходов на содержание и эксплуатацию оборудования

6.8.3.1 Затраты на силовую электроэнергию

$$Z_w = \Pi_{1\text{квт/ч}} \times N_{\text{уст}} \times K_3 \times K_c \times F_{\text{д.об}} \times N_{\text{об}},$$

где: $\Pi_{1\text{квт/ч}}$ – цена за 1 квт/ч.;

$N_{\text{уст}}$ – средняя установленная мощность на единицу оборудования участка, квт/ч.;

K_c – коэффициент спроса;

$F_{\text{д.об}}$ – действительный фонд работы оборудования, час.;

$N_{\text{об}}$ – кол-во работающего оборудования на участке.

6.8.3.2 Затраты на сжатый воздух

$$Z_{\text{сж.в}} = \Pi_{1\text{м}^3} \times q \times n \times F_{\text{д.раб}},$$

где: $\Pi_{1\text{м}^3}$ – цена 1м³ сжатого воздуха;

Q – средняя норма расхода сжатого воздуха на одного производственного рабочего;

n – численность основных рабочих;

$F_{\text{д.раб}}$ – действительный фонд времени одного рабочего за год, час.

6.8.3.3 Затраты на воду

$$Z_{\text{м}^3\text{воды}} = \Pi_{\text{м}^3\text{воды}} \times q \times n \times F_{\text{д.раб}},$$

где: $\Pi_{\text{м}^3\text{воды}}$ – цена 1м³ воды;

Q – средняя норма расхода воды на одного производственного рабочего;

Π – численность основных рабочих.

6.8.3.4 Амортизация оборудования

$$A_{\text{об}} = \frac{\Pi_{\text{об}} \cdot \text{НА} \cdot T_{\text{шт}} \cdot N_{\text{пр}} \cdot N_{\text{об}}}{F_{\text{д.об}} \cdot 100},$$

где: $\Pi_{\text{об}}$ – цена единицы оборудования;

НА – норма амортизации %;

$T_{\text{шт}}$ – трудоёмкость изготовления одного изделия на данном оборудовании;

$N_{\text{пр}}$ – приведённый годовой выпуск изделий;

$N_{\text{об}}$ – количество оборудования;

$F_{\text{д.об}}$ – действительный фонд работы оборудования, час.

Расчёт необходимо производить по всему имеющемуся оборудованию на участке: стапелям, верстакам, сверлильно-клёпальному оборудованию (включая пневмоскобы и т.п).

Амортизация зданий:

$$A_{\text{зд}} = \frac{\Pi_{1\text{м}^2} \cdot S_{\text{пр.уч}} \cdot H_0 \cdot T_{\text{шт.уч}}}{F_{\text{д.об}} \cdot 100},$$

где: $\Pi_{1\text{м}^2}$ – цена 1м² производственной площади;

$S_{\text{пр.уч}}$ – производственная площадь участка;

H_0 – норма амортизации %;

$T_{\text{шт.уч}}$ – общая годовая трудоёмкость участка.

$Z_{\text{цех.уч}}$ – цеховая себестоимость.

Определение процента снижения технологической себестоимости производится по формуле:

$$\Delta C_{\text{тех}} = \frac{C_{\text{тех.1}} - C_{\text{тех.2}}}{C_{\text{тех.1}}} \cdot 100\%,$$

где: $C_{\text{тех.1}}$ – технологическая себестоимость базового варианта;

$C_{\text{тех.2}}$ – технологическая себестоимость проектного варианта;

Определение роста производительности труда производится по формуле:

$$\Delta \text{ПТ} = \frac{\text{ПТ2} - \text{ПТ1}}{\text{ПТ1}} \times 100\%,$$

где: ПТ1 – производительность труда базового варианта;

ПТ2 – производительность труда проектного варианта.

$$\text{ПТ1} = \frac{N \cdot n}{P_{\text{ср.сп1}}}, \frac{\text{ед}}{\text{чел}}.; \quad \text{ПТ2} = \frac{N_{\text{ПР}}}{P_{\text{ср.сп2}}}, \frac{\text{ед}}{\text{чел}}.;$$

где: $P_{\text{ср.сп}} = P_{\text{осн}} + P_{\text{всп}}$;

n – количество рабочих.

Данные по показателям заносятся в таблицу.

6.9 Разработка раздела 9. Заключение

В этом разделе учащийся, подводя итоги, кратко указывает, что нового внесено в проект и какие мероприятия по изменению технологического процесса, применению высокопроизводительного оборудования, приспособлений и инструмента реально могут быть применены на заводе или в промышленности.

7 Перечень использованной литературы

Учащийся приводит список литературы, использованной при разработке дипломного проекта – учебники и учебные пособия, стандарты, ведомственные нормалы, журналы и другие периодические издания. Для всех литературных источников в соответствии с ГОСТ 7.1-76 указывается: фамилия и инициалы автора, заглавие, выходные данные – место издания, год издания (ГОСТы и нормалы кроме номера должны иметь название).

8 Защита дипломного проекта

8.1 График выполнения дипломных проектов

Качество выполнения дипломных проектов во многом зависит от правильного распределения времени, отведённого на дипломное проектирование.

Каждая часть и отдельные вопросы имеют свою специфику и сложность выполнения. Дипломный проект имеет свою структурно-логическую связь, что не позволяет вести работу над отдельными вопросами без их взаимной связи. Однако, некоторые работы можно выполнять независимо друг от друга (графическая часть, оформление пояснительной записки, разработка технологического процесса сборки, работа со справочной литературой и др.).

Каждый вопрос дипломного проекта требует определённых практических навыков, логических размышлений, анализов и экономических подтверждений и сопоставлений. Следовательно, на каждый вопрос учащийся затрачивает определённый объём времени в зависимости от степени своей подготовленности и сложности данного вопроса.

Объём работ по каждому вопросу дипломного проекта можно представить в процентном отношении в зависимости от степени сложности.

8.2 Подготовка к защите дипломных проектов.

Законченный дипломный проект сдаётся для просмотра руководителю проекта. При просмотре дипломного проекта производится тщательный анализ графической части, технологического процесса, пояснительной записки. Руководитель проекта знакомит учащегося с недостатками дипломного проекта и предоставляет ему возможность доработать проект.

По результатам просмотра и соответствующей доработки руководитель проекта подписывает пояснительную записку, чертежи дипломного проекта и на специальном бланке техникума пишет отзыв о работе учащегося над проектом с предоставлением оценки по пятибалльной системе.

Дипломный проект и отзыв учащийся представляет зав. отделением для направления на рецензию.

Рецензент просматривает чертежи и пояснительную записку дипломного проекта, отмечает недостатки, в присутствии учащегося (в назначенное для встречи время) разбирает все замечания и, при необходимости, требует от него пояснений. По результатам просмотра и беседы рецензент даёт письменный анализ содержания и качества дипломного проекта – рецензию на бланке техникума.

Рецензия должна обязательно включать:

- оценку степени соответствия выполненного проекта дипломному заданию;
- характеристику выполнения каждого раздела проекта, степени использования учащимся последних достижений науки, техники и передовых методов работы;
- оценку качества выполнения графической части и содержания пояснительной записки и соответствия их требованиям ЕСКД, ЕСТД, ЕСТПП;
- перечень достоинств дипломного проекта и его оценку по пятибалльной системе.

Учащийся должен быть ознакомлен с содержанием рецензии не позднее, чем за день до защиты проекта. Внесение исправлений и дополнений в дипломный проект после получения рецензии не допускается (все объяснения по замечаниям рецензента даются учащимся устно на заседании ГКК при защите проекта).

8.3 Проведение защиты дипломных проектов.

Защита дипломных проектов начинается в сроки, предусмотренные учебными планами для данной специальности. На каждом заседании ГКК проводится не более 10 защит.

На защите Государственной квалификационной комиссии представляются:

- рецензия;
- зачётная книжка и личная карточка учащегося с оценками успеваемости по всем предметам учебного плана, а также всем видам практики.

На доклад учащемуся отводится 20-25 минут, в течении которых он должен кратко осветить содержание выполненной им работы с обоснованием принятия решений.

В докладе учащемуся не следует перечислять все операции технологического процесса, а надо остановиться на более прогрессивных и важных, представляющих интерес для производства или отличающихся предложенный вариант от существующего на базовом заводе: выбор оборудования, оснастки, инструмента, организации участка и рабочих мест, планировки участка, а также экономической эффективности от их внедрения. В процессе доклада учащийся может пользоваться заранее написанным планом доклада и краткими тезисами.

После доклада и оглашения отзыва руководителя проекта и рецензии учащийся отвечает на замечания рецензента. Затем члены ГЭК, а также присутствующие на защите преподаватели и представители базового завода и других организаций предлагают учащемуся вопросы, относящиеся к теме данного проекта и имеющие достаточно-важное значение.

Решение по оценке принимается на закрытом заседании ГЭК простым большинством голосов (в случае равного распределения голосов решающим является голос председателя).

При оценке защиты проекта учитываются: качество выполненного проекта, степень самостоятельности работы учащегося и проявленная им инициатива, оформление проекта, качество графических работ, связность изложения и грамотность пояснительной записки и чертежей, содержание доклада и ответов на вопросы, умение излагать мысли, владение научно-технической терминологией по специальности, теоретическая и практическая подготовка по всем предметам, предусмотренная учебным планом, отзыв руководителя и рецензия рецензента. После закрытого совещания вновь открывается публичное заседание, на котором председатель ГЭК оглашает результаты защиты и делает объявление о присвоении квалификации.

Министерство образования Иркутской области

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

ДП.24.02.01.19.151.01.ПЗ

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по УР, к.т.н.
_____ Коробкова Е.А.

**ЗАКРЫЛОК САМОЛЕТА МИГ-29.
ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ УЗЛА И
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ**

Консультант по
экономической части:

_____ Белова А.А.
(подпись, дата)

Нормоконтролер:

_____ Гайворонская В.П.
(подпись, дата)

Руководитель:

_____ Стешенко А.И.
(подпись, дата)

Студент:

_____ Аксаментов В.П.
(подпись, дата)

Иркутск 2019

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

РАССМОТРЕНО

На заседании ВЦК ПЛА

Протокол № 6 от 21.03.2019 г.

председатель _____ А.Л. Токмакова

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УР, к.т.н.

_____ Е.А. Коробкова

4 апреля 2019 г.

1. Исходные данные для проектирования:

ЗАДАНИЕ

на дипломное проектирование

Студенту Аксаментову Вячеславу Павловичу, группы С-15-1

Тема дипломного проекта:

Закрылок самолета МиГ-29. Проектирование конструкции узла и технологической оснастки.

Дата выдачи задания 04 апреля 2019 г.

Срок окончания проекта 08 июня 2019 г.

Руководитель: _____ (Стещенко А.И.)
(подпись, дата)

Студент: _____ (Аксаментов В.П.)
(подпись, дата)

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

Тип производства: серийное

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

Выполнить подготовительный этап:

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

Выполнить технологический этап:

- 1) Обосновать проектируемый технологический процесс сборки узла.
- 2) Выбрать и описать методы сборки, разработать схему базирования.
- 3) Разработать схему сборки.
- 4) Описать технологический процесс сборки узла.
- 5) Выбрать и описать метод увязки и обеспечения взаимозаменяемости.
- 6) Разработать схему увязки заготовительной и сборочной оснастки.
- 7) Разработать технические условия на поставку деталей для сборки узла.

Выполнить расчётно-конструкторскую часть:

- 1) Разработать технические условия на проектирование сборочной оснастки.
- 2) Разработать конструкцию сборочной оснастки.
- 3) Выполнить расчет деформаций элементов сборочной оснастки.
- 4) Выполнить расчет ожидаемой точности сборки узла.

Выполнить производственные расчеты:

- 1) Выполнить расчет трудоемкости сборки узла и годовой программы выпуска изделий.
- 2) Выполнить расчет количества участников производственного процесса.
- 3) Определить площади участка сборки узла.
- 4) Разработать план размещения технологического оснащения и рабочих мест на участке сборки узла.

Представить требования охраны труда на производственном участке:

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

Выполнить экономическое обоснование проекта:

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

Материалы предоставляемые к защите:

- 1) Пояснительная записка.
- 2) Чертежи графической части проекта:
 - Чертеж общего вида сборочного узла – А1 1 лист.
 - Чертеж общего вида приспособления – А1 1 лист.
 - Чертежи трех деталей сборочного узла – А3 (А4) 3 листа.
 - Чертеж одной детали приспособления – А3 (А4) 1 лист.
 - Цикловой график сборки узла – А3 1 лист.
- 3) Презентация к дипломному проекту.
- 4) Отзыв на дипломный проект (составляет руководитель).
- 5) Рецензия на дипломный проект.

**Пример технического описания сборочного узла:
Секции трехсекционного закрылка.**

Закрылок является средством механизации крыла самолета и предназначен для изменения геометрии крыла и, тем самым, повышения взлетно-посадочных характеристик самолета на посадочных углах атаки.

Закрылок располагается в хвостовой части крыла по всей задней кромке (для данного типа самолета). Каждая секция закрылка имеет индивидуальный привод отклонения. Все секции отклоняются одновременно. Для предотвращения вредны колебаний закрылка в передней части каждой секции перед осью вращения устанавливается весовой балансир.

Размеры секций закрылка следующие: размах – 1,25 м., максимальная хорда – 0,35 м., минимальная хорда – 0,30 м., максимальная толщина – 0,08 м., минимальная толщина – 0,05 м..

Секция закрылка состоит из:

- продольного набора, в который входят: лонжероны, передняя стенка, хвостовой профиль, 2 балансира;
- поперечного набора, в который входят: 7 штампованных нервюр, 6 штампованных носков;
- обшивки, выполненной из трех частей: лобовой, верхней, нижней;
- детали подвески и крепления привода: 3 кронштейна.

Основной продольной балкой секции закрылка является лонжерон, установленный на $1/3$ хорды носка. В передней части секции расположена передняя стенка швеллерного сечения, гнутая из листа, в хвостовой части расположен фрезерованный хвостовой профиль. Лонжерон, передняя стенка и хвостовой профиль, соединенные нервюрами. К передней стенке крепятся весовые балансиры и носки. К лонжерону в районе второй и четвертой нервюры крепятся кронштейны подвески секции. В районе нервюры на лонжероне установлен кронштейн для крепления тяги привода отклонения закрылка. Лобовая обшивка крепится к лонжерону и носкам. Верхняя и нижняя обшивки крепятся к нервюрам, с одной стороны к лонжерону, с другой стороны – к хвостовому профилю.

Поверхность секции закрылка несложной формы: лобовая обшивка - коническая, верхняя и нижняя - плоские.

Каркас секции образован продольно-поперечным расположением деталей.

Кронштейны узлов подвески – вильчатого типа, оснащены подшипниковыми узлами (внутренний диаметр подшипника- 20мм.). Вырезы в обшивках отсутствуют. Нижняя обшивка крепится к каркасу заклепками с односторонним подходом. Соединение деталей каркаса, верхней обшивки и лобовой обшивки – заклепочное, кронштейны крепятся к продольному набору болтами. Швы прямолинейные продольно поперечные.

Пример технических условий на сборку узла

1. Допускаемое отклонение от теоретического контура + 1,0мм.с плавными сходами на длине не менее 150 мм.
2. Волнистость наружных обводов не более 1,0 мм на длине не менее 200мм.
3. Допускаемый зазор в стыках обшивки 0,8мм.
4. Выступление листов до 0,8 мм.
5. Отклонение осей заклепочных швов не более 1,0 мм.
6. Допускаемое отклонение на шаг + 2 мм.
7. Перезенковка гнезд под потайные заклепки не допускается.
8. Выступление головок потайных заклепок не более 0,15 мм.
9. Западание головок потайных заклепок не допускается .
10. Отверстия под несъемные болтовые винты по Н9.
11. Отверстия в лобовой обшивке под винты выполняются по Н11.
12. Заклепки ставить по сырому грунту ГФ- 030.
13. Все несъемные болты ставить по сырому грунту ФЛ-086.
14. Все съемные болты ставить на смазку ЦИАТИМ 221 ГОСТ 9433-80, наносимую на резьбу.
15. Несоосность осей вращения закрылков по узлам навески не более 0,5 мм.
16. Другие требования , специфичные для конкретного изделия.

Таблица 1 – Показатели технологичности конструкции. Справочные данные

№ пп	Наименование показателя	Значение показателя	Уровень технологичности	Удельный вес показателя
1	2	3	4	5
1	Габаритные размеры одномерный узел (L/v>5) двухмерный узел (L/v<5) трехмерный узел	Длина L: до 0,5 до 2 до 6 свыше 6 максимальный размер до 0,5 до 2 до 6 свыше 6 максимальный размер до 0,5 до 2 до 6 свыше 6	1 0,85 0,75 0,5 0,9 0,8 0,7 0,4 0,8 0,7 0,5 0,3	0,5
2	Форма обводов	плоская цилиндрическая коническая двойной кривизны	1 0,75 0,5 0,2	Ĉ
3	Форма контура	Прямолинейная Дуги окружности Криволинейная произвольная	1 0,7 0,6 0,5	0,2
4	Уровень кривизны малая кривизна кривизна большая	плоская радиус кривизны > 1 м радиус кривизны < 1 м	1 0,9 0,6	0,4
5	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
6	Выход на обвод	выходит не выходит	0,5 1	0,8
7	Расположение элементов каркаса	одностороннее двухстороннее	1 0,8	0,7
8	Наличие узлов стыка	отсутствуют разъемные неразъемное	1 0,8 0,7	0,8
9	Уровень панелирования	$K_{пан} = \frac{\text{площадь панелей}}{\text{общая площадь поверхности}}$	$K_{пан}$	0,5
10	Наличие проемов и люков	нет есть	1 0,8	0,5

11	Конфигурация сечения деталей	открытая закрытая замкнутая	1 0,6 0,4	0,6
12	Количество разнородных материалов	1 2 3 4 более 4	1 0,9 0,8 0,7 0,5	0,6
13	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
14	Уровень стандартизации	$K_{ст} = \frac{\text{кол} - \text{во стандарт. деталей}}{\text{общее кол} - \text{во деталей}}$	$K_{ст}$	0,5
15	Уровень повторяемости	$K_{повт} = \frac{\text{кол} - \text{во повтор. деталей}}{\text{общее кол} - \text{во деталей}}$	$K_{повт}$	0,5
16	Расположение точек силового замыкания	продольное поперечное продольно-поперечное по процентным линиям параллельное	1 1 0,8 0,7 1	0,7
17	Конфигурация швов	прямолинейные круговые криволинейные произвольные	1 0,8 0,7 0,5	0,8
18	Шаг точек силового замыкания	постоянный переменный	1 0,5	0,8
19	Вид соединения	заклепочное болтовое сварное клеевое комбинированное	1 0,8 0,8 0,7 0,6	0,9
20	Количество типоразмеров крепежа	1 2 3 4 более 4	1 0,9 0,8 0,7 0,6	0,9
21	Подходы к точкам силового замыкания	двухсторонний свободный ограниченный односторонний	1 1 0,8 0,5	1
22	Уровень механизации выполнения соединений	$K_M = \frac{N_M}{N}$	K_M	0,8

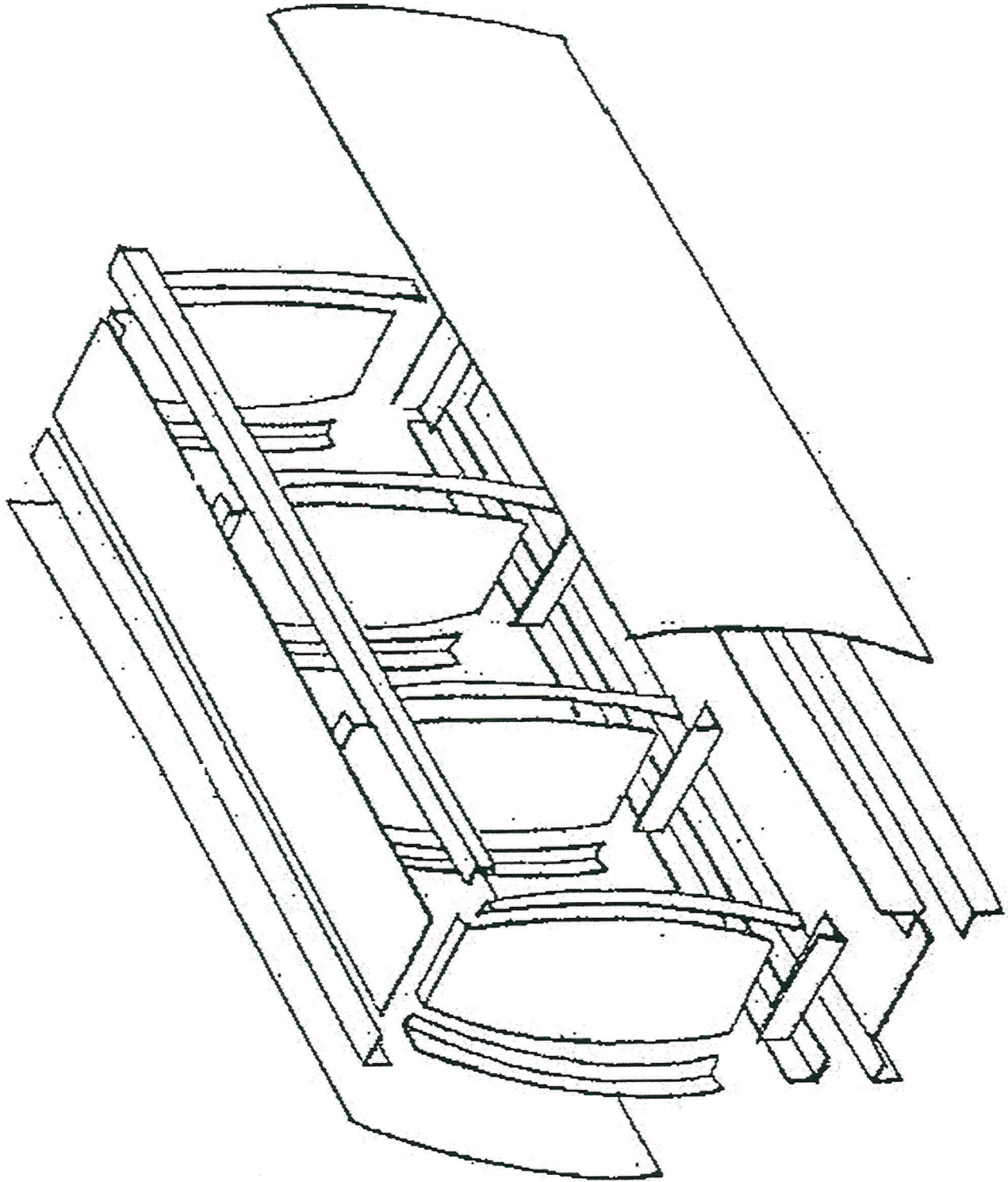
23	Уровень автоматизации выполнения соединений	$K_a = \frac{N_a}{N}$	K_a	0,8
24	Герметизация швов	нет поверхностная внутренняя комбинированная	1 0,9 0,8 0,7	0,9

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

Таблица 2 – Оценка уровня технологичности конструкции узла

Значение $K_{\text{техн}}$	Оценка уровня технологичности	
более 15	высокая технологичность	
10...15	технологичная	
8...10	низкая технологичность	
менее 8	не технологичность	

Пример конструктивно – технологического
членения сборочного узла



Конструктивно – технологическое членение кессона крыла

Норма времени для операций сборки клепаных узлов

№ пп	Нормирование операции	Единица измерения	Норма времени (опытно-статистическое), мин	Расчетное общее время, мин
1	2	3	4	5
1	Проверка и внешний осмотр деталей (Осмотр детали для выявления забоин, механических повреждений и других недопустимых дефектов, а также проверка наличия клейм, маркировок. Норма для гладких деталей (норма для деталей с выступами, пазами, отверстиями, гофрами))	1 деталь (размеры до) 100*100 мм 100*750 мм 100*3300 мм 750*750 мм 750*3300 мм 3300*3300 мм	0,13 (0,20) 0,22 (0,33) 0,38 (0,57) 0,38 (0,57) 0,58 (0,87) 0,88 (1,3)	
2	Снятие упаковки	1 деталь (размеры до) 40*40 мм 40*650 мм 40*2500 мм 80*650 мм 80*2500 мм 650*2500 мм	0,11 0,16 0,25 0,21 0,28 0,43	
3	Установка деталей в сборочное положение	1 деталь (размеры до)		
3.1	Установка ленты, кницы, прокладки, накладки и т.п. деталей	50*100 мм 50*840 мм 100*100 мм 100*840 мм 100*2400	0,065 0,11 0,075 0,11 0,25	
3.2	Установка уголка, косынки, компенсатора, стойки и т.п. деталей (установка в приспособление (установка в приспособление с совмещением с деталями установленными ранее))	50*50 мм 50*840 мм 50*2100 мм 100*200 мм 100*2100 мм 200*200 мм 200*2100 мм	0,053 (0,069) 0,12 (0,16) 0,16 (0,241) 0,092 (0,12) 0,19 (0,24) 0,11 (0,14) 0,21 (0,28)	
3.3	Установка листа обшивки (установка в приспособление (установка в приспособление с совмещением с деталями установленными ранее))	300*500 мм 470*980 мм 720*1400 мм 1100*1900 мм 1750*2700 мм	0,15 (0,21) 0,22 (0,46) 0,30 (0,42) 0,39 (0,55) 0,52 (0,53)	
3.4	Установка профильной прямолинейной детали (профиль, стрингер, пояс и т.п.) (установка в приспособление (установка в приспособление с совмещением с деталями установленными ранее))	Длина до 400 мм 1000 мм 1800 мм 3300 мм	0,91 (0,11) 0,14 (0,17) 0,18 (0,22) 0,24 (0,30)	
3.5	Установка профильной радиусной детали (обод, шпангоут, кольцевой профиль и т.п.)	Длина до 400 мм 1000 мм 2400 мм	0,11 0,17 0,26	

1	2	3	4	5
3.6	Установка окантовки (установка в приспособление (установка в приспособление с совмещением с деталями установленными ранее))	250*250 мм 250*490 мм 450*490 мм 810*1900 мм 1450*2600 мм	0,11 0,14 0,23 0,30 0,40	
3.7	Установка нервюры, диафрагмы, стенки, экрана и т.п. (установка в приспособление (установка в приспособление с совмещением с деталями установленными ранее))	100*200 мм 160*550 мм 250*550 мм 250*1070 мм 410* 550 мм 410*1500 мм	0,12 (0,16) 0,21 (0,28) 0,24 (0,32) 0,31 (0,41) 0,24 (0,32) 0,41 (0,53)	
4	Разметка деталей карандашом по линейке (разметка плоских деталей (разметка объемных деталей))	Длина до 100 мм 550 мм 2200 мм	0,12 (0,14) 0,28 (0,34) 0,55 (0,66)	
5	Крепление деталей винтовыми прижимами	1 прижим Крепление Открепление	0,12 0,10	
6	Крепление деталей выдвижными фиксаторами	1 фиксатор Крепление Открепление	0,11 0,09	
7	Крепление деталей спецболтами (технологический крепеж)	1 болт Крепление Открепление	0,12 0,10	
8	Выем узла из стапеля (приспособления)	500*1000 мм 500*1400 мм 900*1000 мм 1600*1900 мм 1600*2700 мм 2900*3800 мм	0,48 0,56 0,56 0,87 1,0 1,4	
9	Сверление отверстий (первое (каждое последующее или по НО, или по СО))	Диаметр сверла * толщина пакета, мм 2,5*3,5 3,0*3,5 4,3*4,2 5,2*5,0	0,10 (0,06) 0,11 (0,072) 0,13 (0,093) 0,18 (0,14)	
10	Зенкование гнезд под потайные головки (первое (каждое последующее))	Диаметр отверстия 3,0 4,2 5,9	0,094 (0,054) 0,10 (0,062) 0,11 (0,071)	

1	2	3	4	5
11	Клепка пневмомолотками (первое (каждое последующее))	Выпуклая, Ø заклепки 2,0 ÷ 3,5 4,0 ÷ 5,0 Потайная 2 ÷ 3,5 4,0 ÷ 5,0	0,12 (0,83) 0,17 (0,13) 0,14 (0,96) 0,19 (0,15)	
12	Клепка переносными пневмоскобами (первое (каждое последующее))	Ø заклепки 3,0 3,5 ÷ 4,0 5,0 ÷ 7,0	0,14 (0,10) 0,20 (0,16) 0,28 (0,24)	
13	Герметизация швов	Ширина *длина 50*400 50*1200 100*400 100*1200 100*2200	0,84 2,4 1,1 3,2 5,8	
14	Фрезерование головок потайных заклепок	Без герметика С герметиком	0,19 0,25	
15	Зачистка заусенцев Шарошка на пневмодрели (напильник, шабер)	Длина кромки 100 300 1100	0,10 (0,15) 0,21 (0,28) 0,36 (0,52)	
16	Проверка замыкающей головки заклепки шаблоном	Ø заклепки до 10 мм	0,06	
17	Визуальный осмотр стыка или прилегания деталей С внешней стороны (с внутренней стороны)	Длина стыка 50 мм 250 мм 870 мм 1900 мм 2900 мм	0,16 (0,21) 0,28 (0,36) 0,42 (0,55) 0,56 (0,73) 0,64 (0,83)	
18	Измерение зазора щупом по длине	Длина 50 мм 250 мм 850 мм 1300 мм 2900 мм	0,63 0,11 0,16 0,19 0,26	

Расчетное время (в минутах) равно произведению нормы времени на количество деталей.

Расчетное время $T_{шк}$ (в нормочасах) равно расчетному времени (в минутах) деленному на 60.

Литература:

Нормативы времени на узловую и агрегатную сборку летательных аппаратов. Научно - исследовательский институт авиационной технологии и организации производства (НИАТ). 1973 г.

**Пример выбора состав баз для сборки сборочного узла (панели)
в приспособлении**

№	Наименование детали	Обозначение детали	Выбранный метод базирования
1	Обшивка	дет.1	по Б.О.
2	Стрингер	дет.2	по С.О.
3	Пояса нервюр	дет.3	ПР-ОП – по прижимам с опорами
4	Карточки	дет.4	По БД – базовой детали которыми являются пояса нервюр и обшивка.
5	Фитинг стыковой	дет.5	По ОСБ – отверстия под стыковые болты.

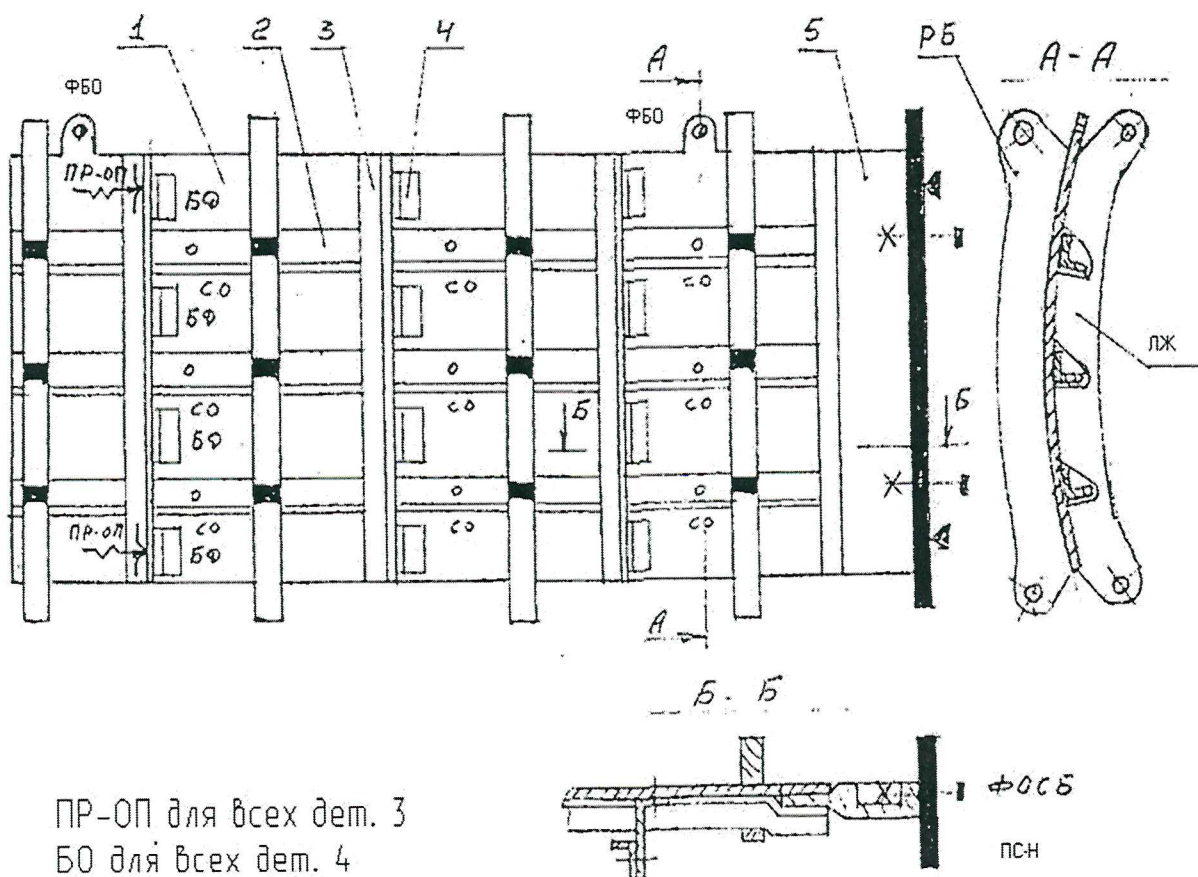


Схема базирования панели

1 – обшивка; 2 – стрингера; 3 – пояса нервюр; 4 – карточки; 5 – фитинг.

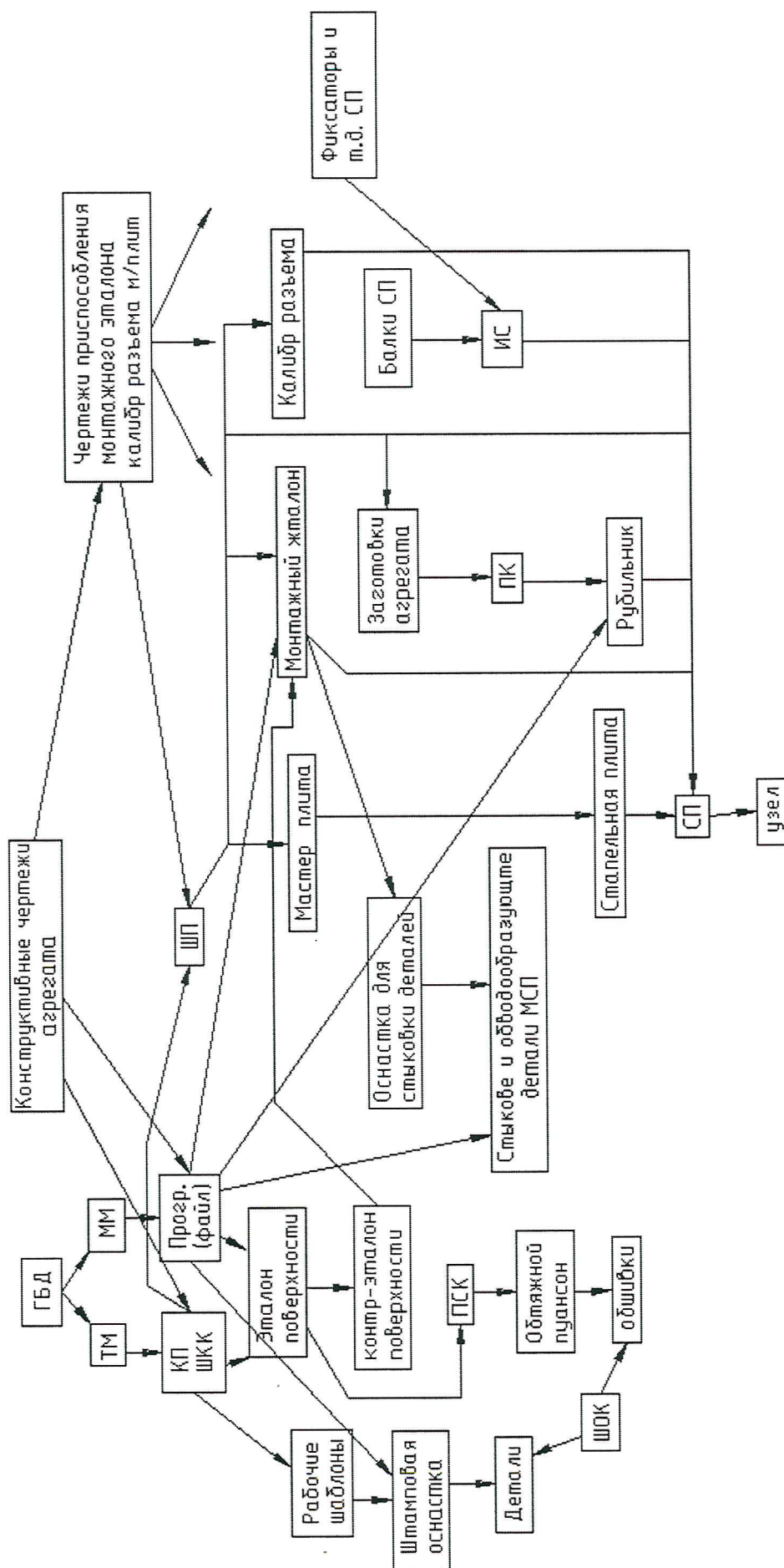


Схема увязки механо-сборочной, заготовительной и сборочной оснастки в общем виде

Перечень технологической и контрольной оснастки для изготовления деталей в ЗПП

Наименование детали	Метод изготовления	Технологическая оснастка	Шаблоны для кондуктора	Шаблоны для отверстий
Нервюра	Гибка эластичной средой	Формблок	ШК ШВК	ШОК
...

Перечень технологической и контрольной оснастки для изготовления сборочной оснастки

Элементы сборочного приспособления	Метод образования контура	Источник информации о контуре	Оборудование и оснащение	Контрольная оснастка
Рубильники	Механообработка – фрезерование и ручная доводка – автоматизированная обработка на станках ЧПУ	ШП ШФМ ММ	ПК Фрез. станок Станок с ЧПУ	ШП ШП КИМ
Стапельные плиты	Сверление отверстий Фрезерование по контуру	Эталонная плита	ПК Фрез. станок	КИМ
Фиксаторы стыковых узлов	Сверление отверстий Фрезерование плоскостей	Калибр стыка	Фрез. оснастка	Калибр стыка

Обозначение операции, переходов на схемах сборки

№ п.п	Наименование операции	Обозначение
1	Установка деталей, узлов в сборочное положение	
2	Установка или снятие элемента оснастки (оборудование)	
3	Сверление отверстий	
4	Фиксация деталей, сжатие пакета	
5	Соединение пакета (клепка, сварка и т.п.)	
6	Механическая обработка поверхностей и отверстий (обрезка припуска и т.п.)	
7	Герметизация швов	
8	Снятие (установка) узла для герметизации очистка швов, снятие заусенец и т.п.	
9	Нанесение разметки	
10	Контроль швов	
11	Контроль точности контура	

Примечание: при необходимости возможно использование дополнительных операций и их обозначений.

Составление схем сборки

Схема сборки может быть представлена в графическом виде:



Фрагмент схемы сборки

1, 2 – номера деталей; ПК – базовые поверхности деталей; ЛЖ – базовые поверхности сборочного приспособления; ПР – средство фиксации деталей; сверлить по НО в 1, 2 – выполняемая операция; ПД – применяемое оборудование / см. приложение 19 /.

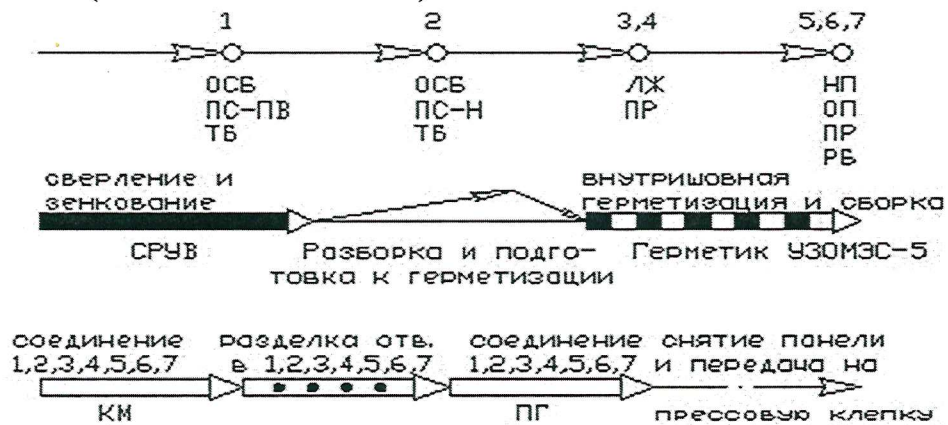
Пример составления схемы сборки панели

Панель крыла состоит из стыковых гребенок 1 и 2, обшивок 5, 6, 7, стрингеров 3, 4. Гребенки соединены с обшивкой болтами с потайной головкой, а стрингеры заклепками. Для внутрিশовной герметизации применен герметик У30МЭС-5.

На основе схемы базирования составляется схема сборки:

1. Устанавливают стыковые гребенки 1 и 2 на плиты стыка (ПС–ПВ) приспособления по отверстиям под стыковые болты (ОСБ) и закрепляют их технологическими болтами (ТБ).
2. Устанавливаются стрингеры 3 и 4 по вырезам в ложементх (ЛЖ) и закрепляют в них прижимами ПР).
3. На стрингеры и опоры сборочного приспособления (ОП) устанавливают обшивки 5, 6,

7. Закрывают рубильники (РБ). Прижимают обшивки к поверхностям рубильников и ложементов (ЛЖ), прижимами (ПР).
4. С помощью сверлильно-разделочной установки, встроенной в сборочное приспособление (СРУВ), сверлят и зенкуют все отверстия под болты и заклепки.
5. Разбирают панель и наносят герметик, вновь устанавливают панель в приспособление и собирают на технологические болты.
6. Соединяют детали панели на 20% заклепок (соединение выполняется вручную клепальным молотком (КМ)).
7. Разделяют отверстия для соединения деталей с гребенкой.
8. Выполняют болтовые соединения пневмогайковертом (ПГ).
9. Извлекают панель из сборочного приспособления и передают для прессовой клепки оставшихся заклепок.
10. Контроль панели (на схеме не обозначено):



Технические условия на поставку деталей сборочного узла

Номер детали	Наименование детали	Степень законченности детали
60.00	Обшивка	Припуск по торцам – 10мм; СО по осевым линиям стрингеров, по 2 отверстия на стрингер
60.00	Стрингер	НО Φ 2,7 мм под заклепки; 2СО Φ 3,1 мм с обшивкой

Численность ИТР участка

Должность	Количество	Категория	Оклад

Цикловой график сборки узла

	Наименование операции	Трудоем- кость нормо- час	Кол-во одновре- - менно работ.	Циклов. время в ..*	Цикловое время					
					10	20	30	40	50	60
1	Установка деталей 1, 2 на обшивку	0,46	2	0,20						
2	Крепленое деталей 1, 2 технологическими болтами	0,70	1	0,60						
3						

* Цикловое время проставляется в минутах или часах, сменах или днях в зависимости от длительности цикла сборки.

ТАБЛИЦА 1 - Материалы применяемые в конструкции сборки единиц

N п/п	Наименование сборочных единиц	Масса сб. ед.	Масса материала			
			АК4		Д16	
			На ед.	На N пр.	На ед.	На N пр.
	Итого	Σ	-	Σ1	-	Σ2

ТАБЛИЦА 2 - Стоимость основных материалов

Марка материала	Масса на N пр...кг	Цена 1 кг руб.	Стоимость на N пр. руб.
АК4			
Д19			
Итого	Σ	-	Σ

Список литературы

1. Абибов А.Л. и др. Технология самолетостроения. Машиностроение .1982.551 с.
2. Григорьев В.П. Взаимозаменяемость агрегатов в самолетостроении. Машиностроение. 1969. 258 с.
3. Григорьев В.П. Сборка клепаных агрегатов самолетов и вертолетов. Машиностроение.1975. 344 с.
4. Григорьев В.П., Ганиханов Ш.Ф. Приспособления для сборки узлов и агрегатов. Машиностроение. 1977. 140с.
5. Ершов В.И. , Павлов В.В. и др. Технология сборки самолетов. Машиностроение. 1986. 456 с.
6. Бабушкин А.И. Методы сборки самолетных конструкций. Машиностроение. 1985. 248 с.
7. Войт Е.С. и др. Проектирование конструкций самолетов . Машиностроение . 1987. 415с.
8. Шульженко М.Н. Конструкция самолетов. Машиностроение . 1971. 417с.
9. Тихомиров В.И. организация, планирование и управление производством летательных аппаратов. 1978. 611
10. Ленько С.С. , Орлов С.Т. Шаблоны и объемная оснастка в самолетостроении. Оборонгиз. 1963. 400с.
11. Нефедов Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах. Москва. «Высшая школа». 1986. 238с.
12. Иконник А.Н. и др. Нормирование труда в машиностроении. Машиностроение .1983. 160с
13. Старик Д.Э. и др. Экономика, организация и планирование авиационного производства. Машиностроение .1976. 375с.
14. Павлов С.П. и др. Охрана труда в радио и электронной промышленности. «Радио связь». 1985 199с.