



*Государственное бюджетное профессиональное
образовательное учреждение Иркутской области
«Иркутский авиационный техникум»*

Рассмотрено на заседании
ВЦК ПЛА
Протокол № 1 от 30.08.2015 г.



**Методические указания
к выполнению курсового проекта
по междисциплинарному курсу**

**МДК 02.04 РАЗРАБОТКА РАБОЧЕГО ПРОЕКТА С
ПРИМЕНЕНИЕМ ИКТ**

**образовательной программы
по специальности СПО**

24.02.01 Производство летательных аппаратов

Базовой подготовки

Иркутск 2015

Автор: Задорожный В.К. Методические указания к выполнению курсового проекта по междисциплинарному курсу МДК 02.04 Разработка рабочего проекта с применением ИКТ Методическая разработка, Иркутск, 2015. – 37с.

МДК.02.04 Разработка рабочего проекта с применением ИКТ. Проект технологических процессов производства узла самолета. Проект сборочной оснастки для сборки узла. Методические указания по выполнению курсового проекта. Составил В.К. Задорожный – Иркутск.

В методических указаниях рассмотрены содержание и последовательность выполнения курсового проекта по МДК.02.04 Разработка рабочего проекта с применением ИКТ, входящего в профессиональный модуль ПМ.02 Проектирование несложных деталей и узлов деталей и узлов летательных аппаратов и его систем, технологического оборудования и оснастки для обучающимися специальности 24.02.01 Производство летательных аппаратов.

Указания могут быть полезны при выполнении разделов курсовых и дипломных проектов, касающихся технологических вопросов сборки и проектирования сборочной оснастки для сборки узлов самолетов и вертолетов.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	5
1.1 Цель курсового проекта	5
1.2 Задание на курсовой проект	5
1.3 Содержание и объем курсового проекта	6
1.4 Порядок выполнения и сдачи курсового проекта	6
2 Рекомендации по выполнению разделов курсового проекта	7
2.1 Задание на проект	7
2.2 Объект производства	7
2.2.1 Конструктивно-технологическая характеристика сборочного узла	7
2.2.2 Технические требования на сборку	4
2.2.3 Анализ технологичности	5
2.3 Технологическая часть	6
2.3.1 Анализ заводского технологического процесса сборки	7
2.3.2 Обоснование проектируемого технологического процесса сборки	8
2.3.3 Выбор метода сборки	9
2.3.4 Выбор метода базирования	10
2.3.5 Разработка схемы сборки	11
2.3.6 Выбор метода обеспечения взаимозаменяемости	12
2.3.7 Технические условия на поставку деталей для сборки	13
2.4 Оснастка, оборудование, инструмент	14
2.4.1 Технические условия на проектирование приспособления	15
2.4.2 Описание конструкции приспособления	16
2.4.3 Расчет точности сборки	8
2.2.3 Схема сборки узла	9
2.2.4 Технологический процесс сборки узла	9
2.2.5 Технические условия поставки деталей на сборку	10
2.5. Схема увязки заготовительной и сборочной оснастки	14
Библиографический список	16
Приложение А. Пример оформления титульного листа курсового проекта	17
Приложение Б. Пример оформления задания на курсовой проект	18
Приложение В. Пример выполнения и оформления курсового проекта	20
1 Технологический процесс сборки узла	20
1.1 Конструктивно-технологическое описание узла	20
1.2 Состав баз для сборки узла	23
1.3 Схема сборки узла	26
1.4 Укрупненный технологический процесс сборки узла	26
2 Технологический процесс изготовления детали	30
2.1 Укрупненный технологический процесс изготовления детали	30
2.1.1 Конструктивно-технологическое описание «стенки правой»	33
2.1.2 Укрупненный технологический процесс изготовления «стенки правой»	35
3 Схема увязки заготовительной и сборочной оснастки	38
Список использованных источников	39

1 Общие положения

1.1 Цель курсового проекта

Целью курсового проекта является формирования общих и профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС специальности, формирования практического опыта, знаний и умений обучающихся, приобретение обучающимися навыков в проектировании технологических процессов производства элементов конструкции планера самолета и технологической оснастки.

1.2 Задание на курсовой проект

В качестве задания на курсовой проект каждому обучающемуся предлагается узел конструкции самолета. Узлы обучающиеся могут подбирать из предложенных преподавателем вариантов, из специальной литературы или проектировать самостоятельно.

При выборе задания необходимо учитывать следующие требования:

- узел должен содержать не менее 5 и не более 20 деталей различного наименования (без учета повторяемости деталей и крепежных элементов);
- узел должен содержать детали, выходящие на аэродинамический обвод или иметь контуры ему эквидистантные;
- узел должен быть объемным, иметь обшивку, продольный и поперечный набор, силовые элементы;
- детали из листового материала обязательно должны иметь конструктивные элементы, такие как борт, отбортовки (тип 1,2,3), подсечки, рифты жесткости, вырезы под стрингеры и т.д. (количество и тип конструктивных элементов не регламентируется);
- детали из пресованного профиля могут выходить на теоретический контур, иметь кривизну, подсечки, утонение полок, уменьшение ширины полок;
- детали должны обеспечивать жесткость и прочность узла и выполняются в общей конструктивно-силовой схеме узла.

В курсовом проекте для заданного узла необходимо:

- выполнить конструктивно-технологический анализ узла;
- разработать схему базирования узла;
- составить схему сборки узла;
- разработать технологический процесс сборки узла;
- разработать техническое задание на проектирование сборочного приспособления;
- выполнить проект сборочного приспособления для сборки узла, оформить чертежно-графическую документацию;
- выполнить расчет допустимых деформаций и нагрузений сборочного приспособления;
- выполнить расчет элементов сборочного приспособления на жесткость;
- выполнить расчет ожидаемой точности сборки узла;

- разработать сборочный чертеж узла (формат А1);
- разработать сборочный чертеж сборочного приспособления (формат А1).

1.3 Содержание и объем курсового проекта

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

Пояснительная записка объемом 20-30 страниц формата А4 должна содержать разделы:

- задание на курсовой проект;
- введение;
- технологический процесс сборки узла;
- разработка сборочного приспособления для сборки узла;
- список используемых источников;
- приложения.

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

Записка должна оформляться в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95.

Графическая часть курсового проекта включает:

- чертеж узла (формат А1);
- чертеж сборочного приспособления (формат А1).

Схемы членения узла (в изометрической проекции), общие виды деталей оформляются в виде технических рисунков и включаются в пояснительную записку.

Все графические материалы должны оформляться в соответствии с требованиями ЕСКД.

Рекомендуется дополнительно выполнять узел планера в виде компьютерной трехмерной твердотельной модели с помощью соответствующих программных средств.

1.4 Порядок выполнения и сдачи курсового проекта

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

Готовый проект защищается перед аудиторией (обучающиеся группы и преподавателем).

Обучающимся необходимо учесть, что полностью самостоятельно выполнить проект без консультаций с руководителем очень трудно. Поэтому

выходить на защиту проекта без предварительной проверки проекта руководителем не рекомендуется.

При защите проекта обучающийся выступает с кратким сообщением по проекту. При этом в докладе следует дать краткую характеристику узла и его деталей, принятых технологических и конструктивных решениях.

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

2 Рекомендации по выполнению разделов проекта

2.1 Задание на проект

На основании исходных материалов, полученных на практике или от преподавателей, каждый обучающийся оформляет задание на проект, которое содержит следующие исходные данные:

- чертеж узла планера самолета;
- спецификацию входящих элементов в узел;
- технические условия для изготовления деталей и сборки узла;

Недостающую информацию, необходимую для выполнения проекта следует добавить, руководствуясь данными об аналогичных конструкциях и уточнить на консультациях с руководителем проекта.

2.2 Объект производства

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

2.2.1 Конструктивно-технологическая характеристика сборочного узла

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

а) Общие сведения об узле:

- номер;
- наименование;
- назначение;
- масса;

б) Конструкция узла:

- общая форма;
- состав элементов (деталей, сборочных единиц);
- членение узла (выполняется графически с разнесением всех элементов конструкции узла для наглядности);

- компоновка узла (расположение деталей, других сборочных единиц относительно конструктивных баз);
 - однотипность деталей.
- в) Соединение элементов узла (конструктивно-технологическое описание каждого соединения):
- общая характеристика соединений: основные материалы деталей, основные виды соединений;
 - соединяемые элементы (детали, входящие в пакет);
 - вид соединения пакета;
 - характеристика соединительного шва (параметры соединения, в зависимости от типа соединения);
 - доступ к шву (характер подходов к соединению);
 - схема нанесения герметика;
 - тип герметика.
- г) Размеры и допускаемые отклонения размеров:
- габаритные;
 - зазоры (натяги);
 - присоединительные;
 - размеры перемычек;
 - требования по точности (допускаемые отклонения по обводам);
- д) Стыки и разъемы с внешними сборочными единицами или деталями:
- типы стыков и разъемов;
 - тип и характер соединений и швов;
 - характер подходов к соединению;
 - требования по взаимозаменяемости и точности стыков и разъемов.
- е) Другие требования, которые должны быть обеспечены при сборке.
- Иллюстрацией к конструктивно технологическому описанию служит схема членения узла на детали, выполненная в изометрической проекции.
- Описание целесообразно привести в форме таблицы.
- Составленное описание должно соответствовать чертежу узла.
- Итогом описания являются выводы о степени сложности сборки узла и о трудностях, усложняющих технологический процесс сборки.

2.2.2 Составление технических условий на сборку узла

В технических условиях необходимо указать:

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

- специальные требования к данному узлу.

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 параметра 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 10**, 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;

2.3 Технологическая часть

2.3.1 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.

2.3.2 Выбор и обоснование проектируемого технологического процесса сборки узла

Исходными данными для проектирования технологического процесса сборки являются:

- чертежи сборочного узла;
- конструктивно-технологические характеристики сборочного узла;
- технические условия на сборку;

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 - С.О). 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 С.О. 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 С.О., то метод базирования однозначен - базирование по С.О;

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 - К.Ф.О
- по базовым отверстиям - Б.О.
- по отверстиям под стыковые болты - О.С.Б

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 Б.О. и по О.С.Б. применяется как дополнение к одному из первых четырёх методов базирования.

2.3.3 Выбор метода сборки узла

В курсовом 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.

2.3.4 Выбор метода базирования

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

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

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

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

2.3.5 Разработка схемы сборки. Технологический процесс сборки узла

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

Технологический процесс разрабатывается в следующей последовательности:

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

В курсовом проекте на разработанный технологический процесс составляется описание в виде таблицы, в которой указываются: содержание работ (операции и перехода), эскиз с изображением результата выполнения работы (не следует изображать схему, иллюстрирующую сущность метода обработки и внешний вид инструментов для обработки), необходимые оборудование, приспособления и инструменты, применимые для выполнения рассматриваемой работы.

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 18;
- обозначение оборудования и инструмента - из приложения 19;
- обозначение элементов базирования - из приложения 14;

2.3.6 Выбор метода обеспечения взаимозаменяемости

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

В 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 разъёмы. 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 разъемов.

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 курсовом проекте должен провести анализ, выбрать и назвать оптимальный метод обеспечения взаимозаменяемости для сборочного узла.

Схема увязки (согласования) заготовительной и сборочной оснастки иллюстрирует последовательность переноса формы и размеров с первоисточника увязки на изделие. На подобных схемах указывается оснастка (иногда оборудование), обеспечивающая перенос геометрии с первоисточника увязки на изделие. Рекомендуется использовать для составления схемы увязки бесплазовый (электронный) метод увязки.

При составлении схемы увязки целесообразно придерживаться следующего алгоритма:

- определить возможные методы изготовления деталей узла и сборочной оснастки;

- установить перечень технологического оснащения, необходимого для изготовления всех деталей сечения, элементов сборочной оснастки (шаблоны, эталоны, стенды, приспособления, заготовительная оснастка и др.);

- составить таблицу с перечнем оснащения;

- расположить на схеме все элементы в порядке переноса геометрии от первоисточника и до деталей и сборочной оснастки;

- соединить элементы схемы связями;

- окончательно оформить схему увязки оснастки.

Схема оформляется в виде рисунка.

2.3.7 Технические условия на поставку деталей для сборки

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 (Н.О.), сборочные отверстия (С.О.), то в технических условиях поставки указывается конкретно с какой стороны и какой величины припуск, какого диаметра и под что (заклёпки или болты) Н.О., какого диаметра к какой детали и сколько С.О.

Технические условия на поставку деталей оформляются в виде таблицы.

2.4 Разработка сборочного приспособления для сборки узла

2.4.1 Общий порядок разработки

Разработку сборочного приспособления следует выполнять в следующем порядке:

- составить техническое задание на проектирование сборочного приспособления;
- дать описание конструкции спроектированного приспособления;
- выполнить расчет нагрузений и деформации элементов сборочного приспособления;
- выполнить расчет допустимых деформаций элементов сборочного приспособления;
- выполнить расчет элементов сборочного приспособления на жесткость;
- выполнить расчет точности сборки.

Литература

1. Технология самолетостроения. Учеб. пособие для авиац. вузов/ Под ред. А.Л. Абибова. - М.: Машиностроение, 1982. – 551 с.
2. Барвинок В.А. Основы технологии производства летательных аппаратов. - М.: Машиностроение, 1994. – 300 с.
3. Крысин В.А. Технологическая подготовка авиационного производства. – М.: Машиностроение, 1984. – 200 с.
4. Бородин А.А. Методы обеспечения взаимозаменяемости в самолетостроении. М.: Изд. МАИ, 1993.
5. Бойцов В.В. и др. Сборка агрегатов самолета: Учеб. Пособие для студентов, обучающихся по специальности «Самолетостроение»/ В.В. Бойцов, Ш.Ф. Ганиханов, В.Н. Крысин. – М.: Машиностроение, 1988.- 152 с.
6. Горбунов М.Н. Технология заготовительно-штамповочных работ в производстве самолетов: Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 1981. – 224 с.
7. Технология сборки самолетов: Учебник для студентов авиационных специальностей вузов/ В.И. Ершов, В.В. Павлов, М.Ф. Каширин, В.С. Хухорев. – М.: Машиностроение, 1986. - 456 с.
8. Григорьев В.П. Сборка клепаных агрегатов самолетов и вертолетов. Уч. пособие. – М.: Машиностроение, 1975. - 344 с.
9. Леньков С.С., Орлов С.Т. Шаблоны и объемная оснастка в самолетостроении. - М.: ГНТИ Оборонгиз, 1963. - 400 с.
10. Грошиков А. И., Малафеев В.А. Заготовительно-штамповочные работы в самолетостроении. - М.: Машиностроение. – 1976. – 440 с.
11. Современные технологии авиастроения / А.Б. Братухин, Ю.Л. Иванов, Б.Н. Марьин и др.; Под ред. А.Г. Братухина, Ю.Л. Иванова. – М.: Машиностроение, 199. – 832.
12. Григорьев В.П., Ганиханов Ш.Ф. Приспособления для сборки узлов и агрегатов самолетов и вертолетов. М.: Машиностроение, 1977. 138 с.

Пример оформления титульного листа курсового проекта

Министерство образования Иркутской области

Областное государственное бюджетное образовательное учреждение
среднего профессионального образования «Иркутский авиационный техникум»

КП.160108.14.180.01.ПЗ

Диафрагма шпангоута №19

Проектирование технологических процессов и
разработка технологической документации

Выполнил

Подпись

Иванов С.П.

Проверил преподаватель

Подпись

Задорожный В.К.

Иркутск 2014

Пример оформления задания на курсовой проект

**Областное государственное бюджетное образовательное учреждение
среднего профессионального образования
«Иркутский авиационный техникум»**

УТВЕРЖДАЮ:
Председатель цикловой
комиссии О.М. Букова

«12» января 2015г.

**ЗАДАНИЕ
на курсовой проект**

**по МДК.01.03 Проектирование технологических процессов, разработка
технологической документации и внедрение в производство**

студенту III курса учебной группы С –179

Фомину Сергею Дмитриевичу
(фамилия, имя, отчество)

Тема:

Начало проектирования: «12» января 2015 г.

Срок представления к защите: «26» мая 2015 г.

Руководитель:

Задорожный В.К.
(фамилия, инициалы)

«12» января 2015 г.

Студент:

Фомин С.Д.
(фамилия, инициалы)
«12» января 2015 г.

Указания к выполнению проекта

Целью курсового проекта является приобретение обучающимися навыков в разработке технологических процессов производства элементов конструкции планера самолета.

Исходные данные:

- сборочный чертеж узла № КП.160108.14.180.01.СБ;
- программа выпуска 100 узлов/год.

В результате выполнения курсового проекта необходимо выполнить:

- разработать технологический процесс сборки узла;
- разработать технологический процесс изготовления детали из листового материала, входящей в узел;
- разработать технологический процесс изготовления детали из прессованного профиля, входящей в узел;
- разработать схему технологической оснастки для выполнения одной из формообразующих операций для детали из листового материала;
- разработать конструктивный плаз компьютерный для детали из листового материала;
- разработать схему увязки заготовительной и сборочной оснастки.

Общие требования:

Практическая часть и текст пояснительной записки должны быть оформлены с соблюдением требований ГОСТ 7.32-2001.

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

Материалы, представляемые к защите:

Пояснительная записка;

Сборочный чертеж узла (формат А1);

Чертеж детали из листового материала (формат А3);

Чертеж детали из прессованного профиля (формат А3);

Чертеж технологической оснастки для выполнения одной из формообразующих операций для детали из листового материала (формат А3);

Чертеж конструктивного плаза компьютерного для детали из листового материала (формат А3).

График процентов курсового проектирования

Наименование этапов курсового проекта	Срок	Объём
Сбор теоретического материала, изучение источников, написание плана проекта, содержания, введения	27.01	10%
Оформление чертежно-графической документации	24.02	20%
Выполнение специальной части проекта	31.03	50%
Выполнение технологической части проекта	28.04	80%
Оформленная пояснительная записка и графическая часть	26.05	100%

Пример выполнения и оформления курсового проекта

1 Технологический процесс сборки узла

1.1 Конструктивно-технологическое описание узла

1.1.1 Общие сведения

Узел «Диафрагма шпангоута №19», с номером сборочной единицы 1.002.01.00 СБ, расположена в средней части фюзеляжа по левому борту, ниже СГФ, входит в состав шпангоута №19 (третья четверть). Диафрагма придает правильную форму сечения (серповидное) воздухозаборника и фюзеляжа.

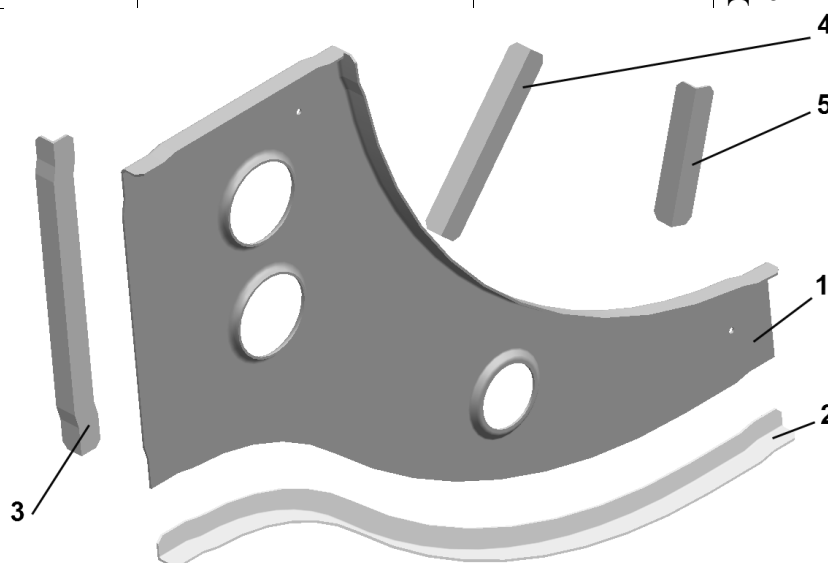
Вес – 1,03 кг.

1.1.2 Конструкция узла

Общая форма узла – плоская с криволинейным контуром по обводообразующим элементам воздухозаборника и фюзеляжа. Расположение деталей узла задается относительно конструктивных баз, которыми являются теоретический контур воздухозаборника и фюзеляжа, ось лонжерона и ось балки. Состав элементов узла приведен в таблице 2.1, и представлено членение узла на детали на рисунке 1.

Таблица 2.1 – Состав элементов узла

Номер по спецификации	Наименование	Количество, шт.	Материал
1	Стенка	1	Д16АТ
2	Пояс	1	Д16АТ
3	Пояс	1	Д16АТ
4	Стойка	1	Д16АТ
5	Стойка	1	Д16АТ



1 – Стенка; 2 – Пояс; 3 – Пояс; 4 – Стойка; 5 – Стойка.

Рисунок 1 – Схема членения узла на детали

1.1.3 Соединение элементов узла

Стенка диафрагмы выполнена из листового материала, пояса и стойки – из прессованного профиля равнополочного уголкового сечения. Соединение деталей между собой – заклепочное, однорядное, материал заклепок В65, Ø4,0 с шагом от 22 мм (по стойкам) до 25 мм (по поясам). Доступ к швам свободный, двусторонний.

1.1.4 Размеры и допускаемые отклонения размеров

Габаритные размеры узла: 490х628х42 мм.

Допуск на отклонение от теоретического контура:

- по каналу воздухозаборника $\pm 0,5$;
- по фюзеляжу $\pm 1,5$ мм;
- по оси лонжерона и оси балки $\pm 1,5$ мм.

Допуск на отклонение осей заклепочных швов $\pm 0,5$ мм, отклонение на шаг $\pm 1,0$ мм.

1.1.5 Конструктивно-технологическая характеристика соединений

Таблица 2.2 – Конструктивно – технологическая характеристика соединений

Пакет	Вид соединения	Характеристика соединения	Характеристика швов	Доступ к шву	Применяемый метод
Стенка 1 с поясами 2,3	Заклепочное	Заклепки 4 – 9 – ОСТ 1 34076-85 В65 – 34 шт.	Обводная кривизна	Хороший	Прессовая клепка
Стенка 1 со стойками 4,5	Заклёпочное	Заклёпки 4 – 9 – ОСТ 1 34076-85 В65 – 10 шт.	Прямолинейный	Хороший	Прессовая клепка
Стенка 1 с поясами 2,3 и стойками 4,5	Заклёпочное	Заклепки 4 – 11 – ОСТ 1 34076-85 В65 – 3 шт.	Прямолинейный	Хороший	Прессовая клепка

Вывод: на основании описания узла можно сделать вывод: узел имеет не сложную конструкцию, однако, необходимо обеспечить высокую точность обводов поясов, что требует применения сборочного приспособления. Так как все соединения в узле заклепочные и имеют хороший подход к соединению, необходимо применять прессовую клепку, тем самым сокращая объем ручной работы.

1.2 Состав баз для сборки узла

Для детали, задающей аэродинамический обвод с допуском $\pm 0,5$ мм (стенка по теоретическому контуру канала воздухозаборника), точность будет обеспечиваться на этапе изготовления детали в ЗШП, однако, для обеспечения точности при сборке узла в приспособлении, необходимо обеспечить точность ее установки и сборку совместно с другими деталями. Для остальных деталей также необходимо применить метод базирования в сборочном приспособлении, так как допуск на контур каркаса достаточно жесткий.

Стенка диафрагмы (1). Выберем базирование в сборочном приспособлении:

- по осям ОХ и ОУ по БО, выполненные в опорной плите сборочного приспособления,
- по оси ОZ по поверхности опорной плиты.

Кроме того, в стенке заданы 4 СО со стойками (по 2 СО на каждую)

Данные методы позволяют расположить стенку в удобном для сборки положении – вертикально. Схема базирования стенки показана на рисунке 2.

В приспособлении стенка фиксируется нормализованными фиксаторами штыревого типа.

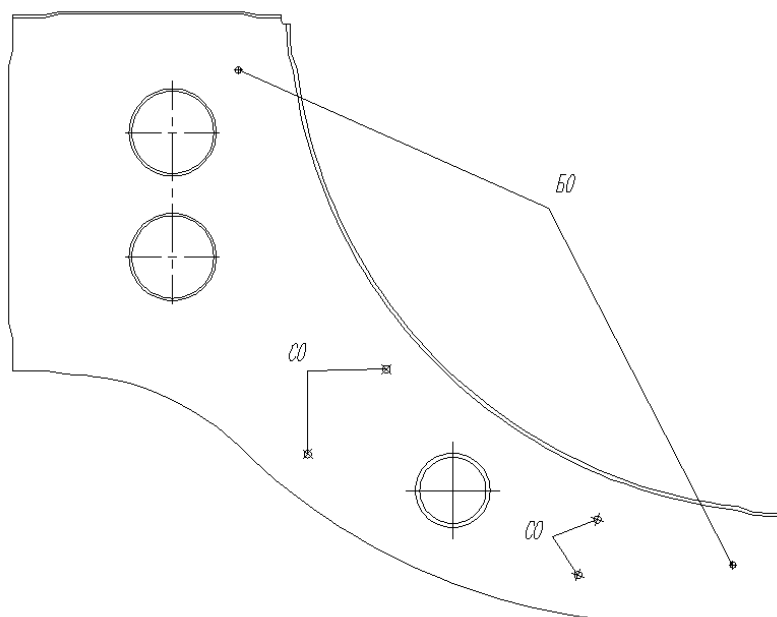


Рисунок 2 – Схема базирования стенки диафрагмы

Пояс диафрагмы (2). Для обеспечения требуемой точности наружного обвода по поясу по оси ОУ примем базирование по рубильникам, несущим контур каркаса. По оси ОХ примем базирование по дополнительному упору.

Деталь фиксируются на рубильниках прижимами. Схема базирования пояса диафрагмы показана на рисунке 3.

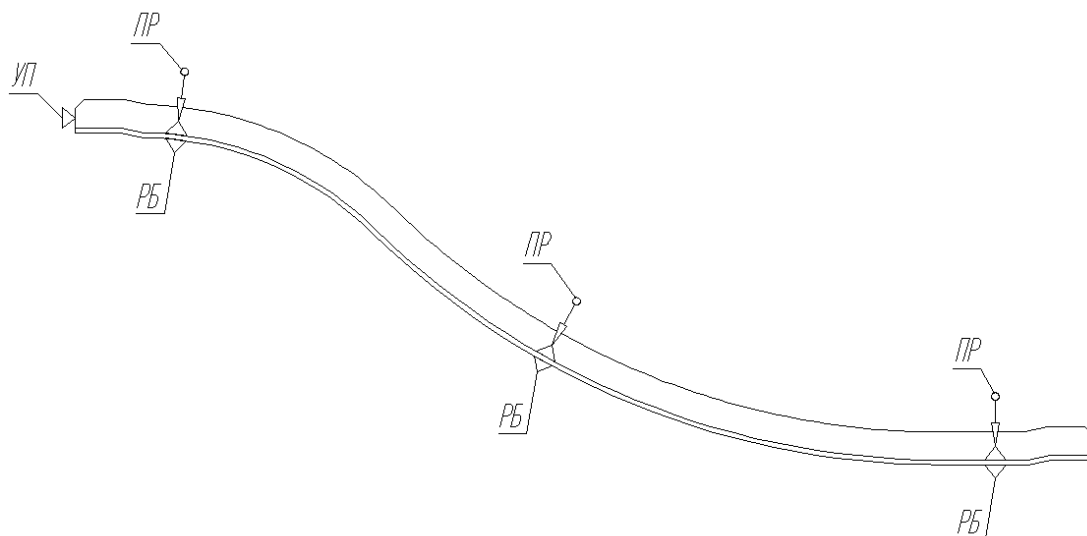


Рисунок 3 – Схема базирования пояса диафрагмы (2)

Пояс диафрагмы (3). Для обеспечения требуемой точности наружного обвода по поясу по оси ОХ примем базирование по рубильникам, несущим контур каркаса. По оси ОУ примем базирование по дополнительному упору.

Детали фиксируются на рубильниках прижимами. Схема базирования пояса диафрагмы показана на рисунке 3.

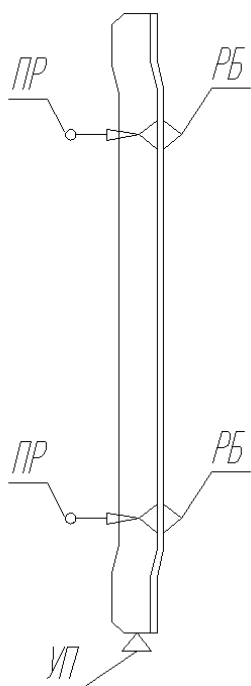


Рисунок 4 – Схема базирования
пояса диафрагмы (3)

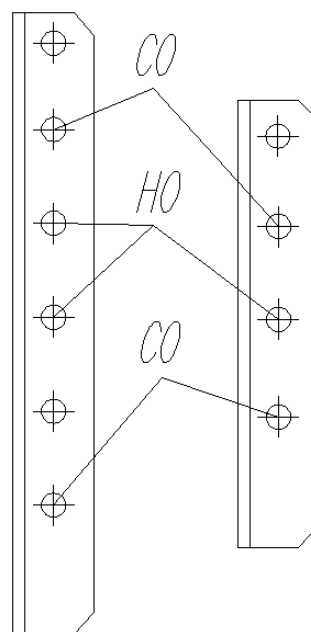


Рисунок 5 – Схема базирования
стоек (4,5)

Стойки (4,5). Так как положение стоек не оказывает влияния на точность обводов, а допуск на положение стоек не назначен, то по осям ОХ, ОУ можно применить базирование по СО, ответные отверстия выполнены в стенке (1). Расположение отверстий показано на рисунке 5.

Базирование по сборочным отверстиям (СО) наиболее простой, распространенный и хорошо освоенный в самолетостроении метод, не требующий специального сборочного оснащения.

Для фиксации стоек на стенке в сборочном положении используем технологические болты (ТБ). Вместо ТБ допускается применение технологических быстросъемных фиксаторов.

Схема состава баз для сборки узла приведена на рисунке 6.

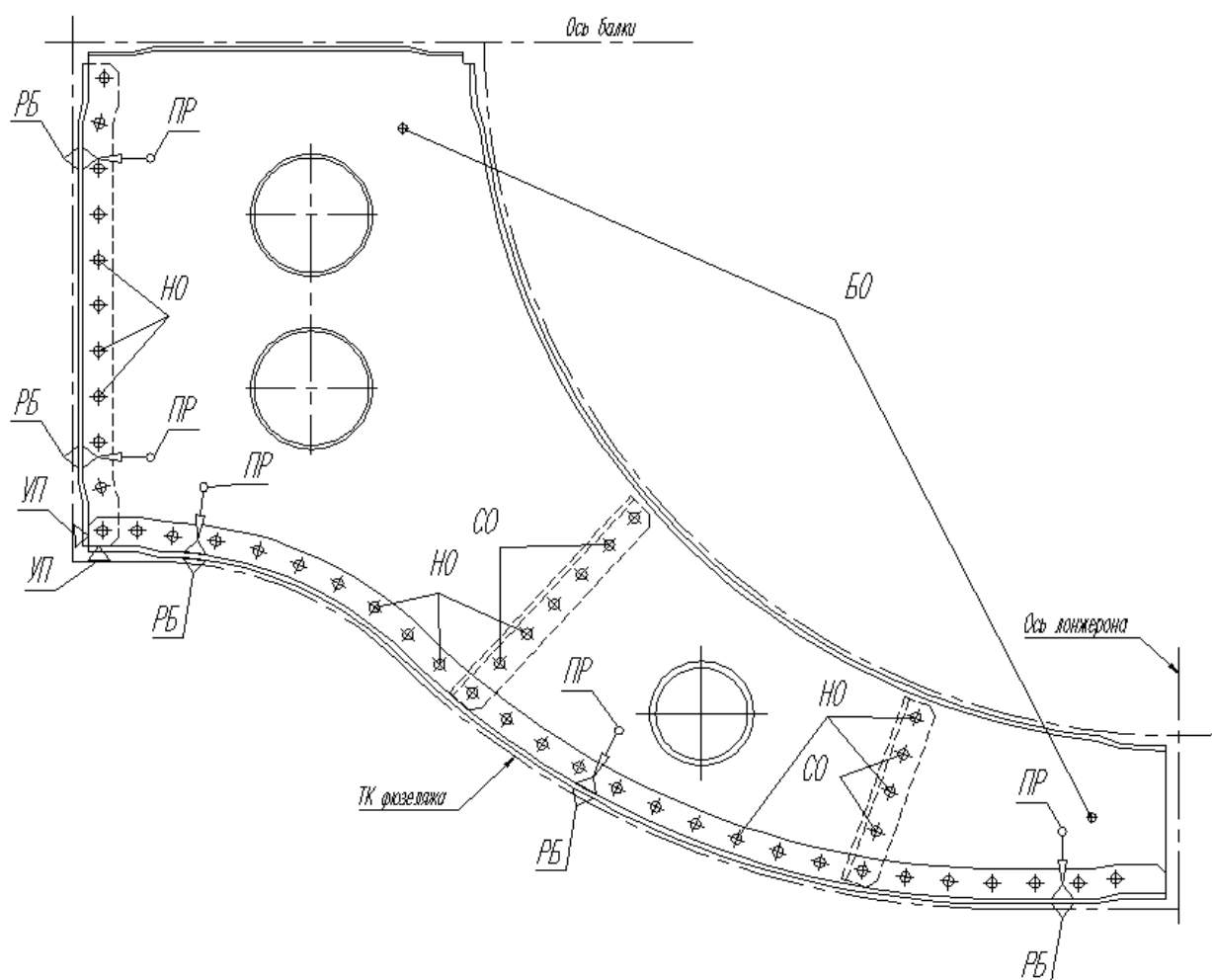


Рисунок 6 – Схема базирования деталей узла

На основе разработанной схемы базирования будет разрабатываться проект технологического процесса сборки и схема сборочного приспособления.

1.3 Схема сборки узла

Сборка узла № 1.002.01.00.СБ предполагает выполнение следующей последовательности работ:

- установка в приспособление стенки;
- установка в приспособление пояса нижнего;
- установка в приспособление пояса бокового;
- установка на стенку стоек жесткости по СО, фиксация ТБ;
- сверление отверстий и соединение деталей на ТБ;
- сверление отверстий по НО поясов и стоек совместно со стенкой;
- разметка и сверление отверстий в тройных пакетах;
- разборка, очистка, снятие фасок в отверстиях, контроль, сборка на ТБ;
- соединение деталей заклепками на клепальном прессе КП-204.

Узел содержит большое количество заклепок и удобные для применения прессового оборудования подходы. Поэтому сборку можно полностью выполнить в сборочном приспособлении, а клепку осуществить на прессе. В этом случае все работы выполняются на двух рабочих местах, т. е. за две операции. Все названные работы будут переходами этой операции.

1.4 Укрупненный технологический процесс сборки узла

Укрупнённый технологический процесс сборки диафрагмы шпангоута № 19 (№ 1.002.01.00.СБ) приведён в таблице 2.4.

1.4.1 Требования к степени законченности деталей при поставке на сборку

Основные требования на изготовление деталей представлены в технических требованиях на поле чертежа.

Принятые технические решения обуславливают дополнительные требования к конструкции деталей, поступающих на сборку.

Требования к законченности деталей узла 1.002.01.00.СБ.

На сборку детали поступают в следующем состоянии:

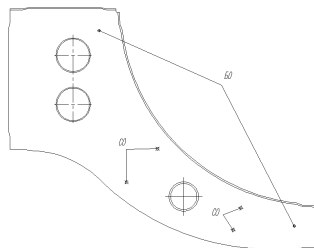
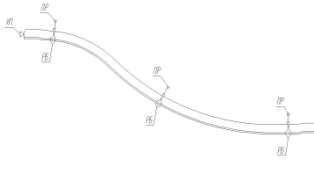
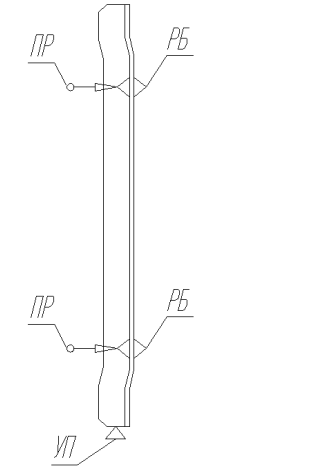
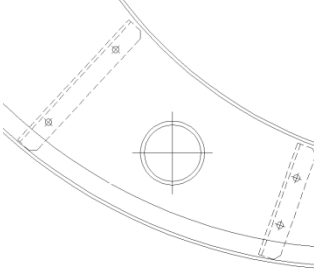
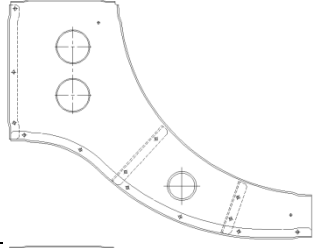
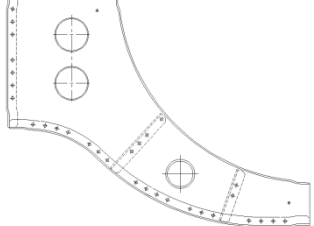
стенка 1: дать 2 БО Ø5 для базирования стенки в стапеле и по 2 СО Ø3,1 мм для базирования стоек 4 и 5;

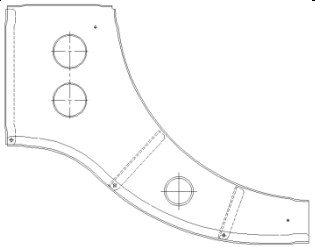
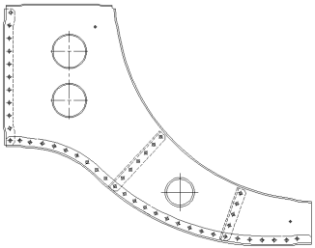
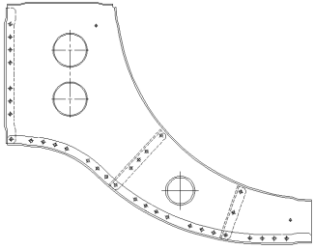
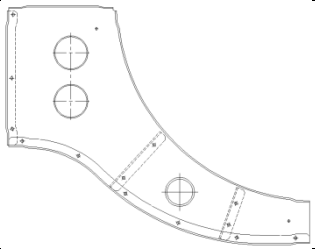
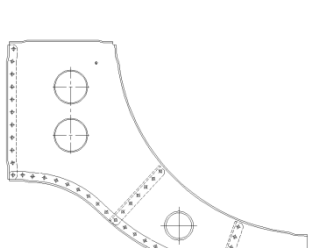
пояса 2,3: дать НО Ø2,6 под заклепки соединения со стенкой 1 кроме мест пересечения со стойками и поясами;

стойки 6, 7: дать по 2 СО Ø3,1 и НО Ø2,6 к стенке 1 кроме мест сопряжения с поясом.

					КП.160108.14.180.01.ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 2 – Укрупнённый технологический процесс сборки диафрагмы шпангоута №19

Переход		Эскиз	Инструменты, оснастка, оборудование	Примечание
№	Содержание			
1.	Сборка узла в сборочном приспособлении			
1.1	Установить в приспособление стенку поз. 1		Сборочное приспособление	Базирование по опорной плите и базовым отверстиям с применением технологических нормалей (штыри)
1.2	Установить в приспособление пояс поз. 2		Рубильник сборочного приспособления	Крепить винтовыми прижимами к плоскости рубильника и упорам
1.3	Установить в приспособление пояс поз. 3		Рубильник сборочного приспособления	Крепить винтовыми прижимами к плоскости рубильника и упорам
1.4	Установить на стенку стойки жесткости поз. 4 и 5		Ключ, отвёртка	Установить по СО. Крепить ТБ
1.5	Сверлить отверстия в деталях поз. 1,2,3. Соединение ТБ		Сверло 3,1 мм, Пневмодрель. Ключ, отвёртка	Сверлить по НО в поясах с шагом через четыре отверстия. Крепить ТБ
1.6	Сверлить отверстия в деталях поз. 1,2,3,4,5		Сверло 4,1 мм, Пневмодрель.	Сверлить по НО в поясах все отверстия совместно со стенкой

1.7	Разметить и сверлить отверстия в тройных пакетах деталей поз. 1,2,3,4,5		Линейка, карандаш, керн. Сверло 4,1 мм, Пневмодрель,	Разметить отверстия в соответствии с чертежом.
1.8	Разобрать, очистить, снять фаски в отверстиях, контроль. Собрать обратно.		Зенковка 4×90, пневмодрель, щетка, ключ, отвертка. Калибр пробка, калибр перпендикулярности	Очистить от стружки, снять фаски
2.	Клепка узла на прессе			
2.1	Соединить детали поз. 1,2,3,4,5		Пресс КП-204	36 заклёпок 4 – 9 ОСТ 1.34076 – 85 3 заклёпки 4 – 11 ОСТ 1.34076 – 85
2.2	Снятие ТБ, сверление отверстий, снять фаски.		Ключ, отвёртка. Сверло 4,1 мм, Зенковка 4×90 Пневмодрель,	Снять ТБ, сверлить отверстия до диаметра 4,1, снять фаски в отверстиях.
2.3	Соединить детали поз. 1,2,3,4,5		Пресс КП-204	8 заклёпок 4 – 9 ОСТ 1.34076 – 85
3.	Контроль			
	Контроль заклёпочных швов. Проверка правильности швов.		Линейка	
	Проверка замыкающих головок		Шаблон для контроля замыкающей головки	
	Контроль сборки узла. Проверка обводов узла Проверка зазоров		ШКС, шуп	

2 Технологический процесс изготовления детали

2.1 Укрупненный технологический процесс изготовления детали

3.1.1 Конструктивно-технологическое описание стенки диафрагмы

Таблица 4 – Характеристика и описание стенки диафрагмы

Наименование характеристики детали	Значение характеристики детали	
Общие сведения о детали		
Наименование детали	Стенка диафрагмы	
Идентификационный номер детали	1.002.01.01	
Назначение детали	Деталь каркаса, стенка предназначена для поддержания формы профиля шпангоута, а также для восприятия нагрузки обтекаемого потока воздуха от панелей обшивки и передачи ее на лонжерон и балку.	
Общий вид и чертеж детали	Общий вид представлен на рисунке 6,	
Характеристика полуфабриката		
Марка материала полуфабриката	Деталь изготовлена из сплава Д16АТ ГОСТ 4784-74 – деформируемый дюралюминиевый сплав плакированный закаленный и естественно состаренный	
Вид полуфабриката	$\text{Лист } \frac{2 \text{ ГОСТ } 21631 - 76}{Д16 АТ \text{ ГОСТ } 4784 - 74}$	
Размеры полуфабриката и допуски	$\text{Лист } Д16 АТ \ 2_{-0,15} \times 1400^{+10} \times 2000^{+20} \ 21631 - 76$	
Физико-механические и технологические свойства материала полуфабриката	Временное сопротивление	$\sigma_B = 405 \text{ МПа } (41,5 \text{ кгс / мм}^2)$
	Предел текучести	$\sigma_{0,2} = 270 \text{ МПа } (27,5 \text{ кгс / мм}^2)$
	Относительное удлинение	$\delta=13\%$
	Твердость	$HВ = 1050 \text{ МПа}$
	Обрабатываемость давлением	Удовлетворительная
	Обрабатываемость резаньем	Удовлетворительная
	Упрочняемость материала	Тяжелая
Состояние поверхности	Поверхность с нормальной плакировкой, параметр шероховатости не более Ra=2,5 по ГОСТ 2789-73.	

	Покрыта антикоррозионной смазкой и оклеена защитной бумагой
Конструкция детали	
Общая форма детали	Стенка представляет собой плоскую деталь с двумя отогнутыми бортами и конструктивными элементами
Состав конструктивных элементов детали	Две отбортовка 1-1-70 ГОСТ 17040-80 (нормальная); Отбортовка 1-3-60 ГОСТ 17040-80 (тарельчатая). Два борта с подсечками по ОСТ 1 52468-80 Базовые отверстия $\varnothing 8$ мм. Сборочные отверстия $\varnothing 3,1$ мм.
Размеры и допуски детали	
Габаритные	$20_{-0,25} \times 490_{-1,5} \times 628_{-1,5}$
Элементов конструкции	Отклонение отбортовки: $D = 70 \pm 0,8$ мм, $d = 66^{+0,74}$ мм, $h = 8^{+1,5}_{-1,0}$ мм, $r = 6 \pm 0,5$ мм; Базовые отверстия $\varnothing 8H9 (\varnothing 8^{+0,03})$
Механические свойства материала готовой детали	
Временное сопротивление	$\sigma_B = 405$ МПа (41,5 кгс / мм ²)
Предел текучести	$\sigma_{0,2} = 270$ МПа (27,5 кгс / мм ²)
Относительное удлинение	$\delta = 13\%$
Состояние поверхностей детали	
Шероховатость поверхностей	Шероховатость обрабатываемых поверхностей (торцов) Ra 6,3 мкм, остальные поверхности в состоянии поставки по ГОСТ 21631-76
Схема покрытий	Анодное оксидирование в растворе хромпика; Покрытие фенолформальдегидной грунтовкой ФЛ-086 с добавлением 2% алюминиевой пудры по ОСТ1 00022-80

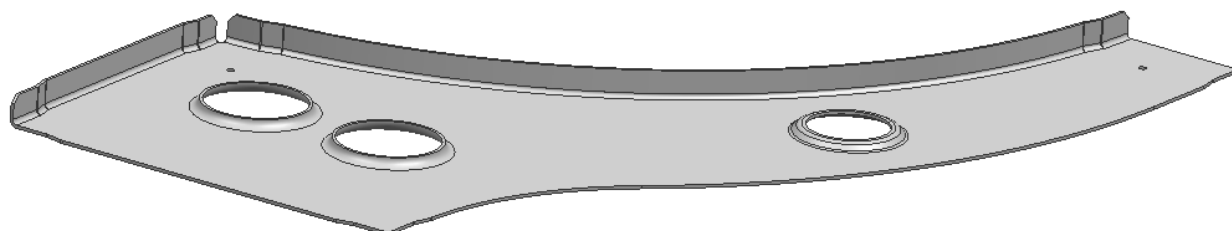


Рисунок 7 – Общий вид стенки диафрагмы

2.1.2 Маршрутный технологический процесс

Изготовление детали происходит в условиях условного предприятия, которое располагает всеми производственными возможностями современной технологии самолетостроения, достигнутыми в мире.

Исходный полуфабрикат представляет собой лист с габаритными размерами 2×1400×2000 мм.

Технологическая схема изготовления детали. Для изготовления детали «Стенка диафрагмы» будет применена схема технологического процесса, состоящая из следующих операций:

1. Изготовить из полуфабриката заготовку;
2. Провести отжиг заготовки;
3. Гибка на формблоке эластичной средой;
4. Правка борта в местахгиба, отбортовок и подсечек;
5. Провести закалку и естественное старение;
6. Получить оксидную пленку на поверхности детали;
7. Получить пленку грунта на поверхности детали;
8. Окончательный контроль;
9. Нанести маркировку на поверхность детали;
10. Сдать деталь цеху-заказчику.

Контроль осуществляется после каждой операции.

2.1.3 Изготовление заготовки

Заготовкой является развертка детали. Развертка имеет отличные, чем у готовой детали габариты, связано это с гибкой борта высотой 20мм. Длина борта в развернутом виде от линии началагиба составляет 21,28 мм. Отверстие в заготовке под отбортовку стандартизировано ГОСТ 17040-80 и составляет для нормальной отбортовки 1-1-70 $\varnothing 60$ мм, для тарельчатой 1-3-60 – $\varnothing 50$ (рисунок 4.2).

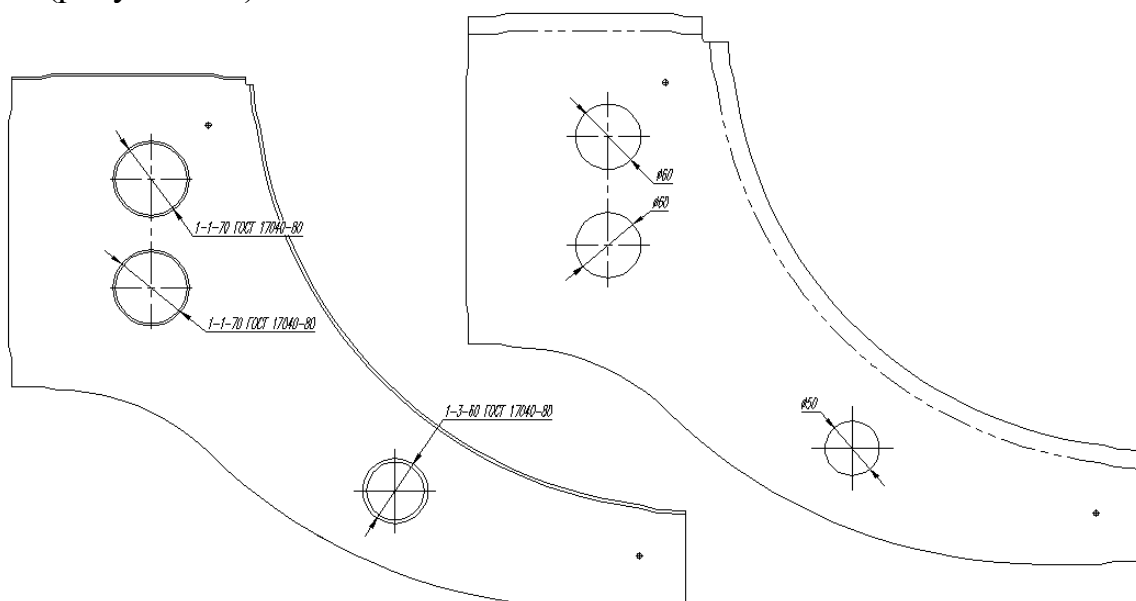


Рисунок 8 – Готовая деталь и ее развертка

					КП.160108.14.180.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

Для рационального использования материала разрабатывается карта раскроя, которая представлена на рисунке 4.3. Девять заготовок размещены с учетом припусков на раскрой – 8 мм на диаметр фрезы и 1 мм на чистовую обработку каждой кромки, т.е. минимум 10 мм между заготовками.

Для оценки экономичности определяем коэффициент использования материала (КИМ) по следующей формуле:

$$КИМ = N * \frac{S_{дет}}{S_{пф}}, \quad (1)$$

где N – количество заготовок из одного листа полуфабриката, шт;

$S_{дет}$ – площадь одной заготовки, мм²;

$S_{пф}$ – площадь листа полуфабриката, мм²;

В данном примере N=10 шт; $S_{дет}=138163$ мм²;

$S_{пф}=H*L=1400*2000=2800000$ мм².

Тогда:

$$КИМ=10 \cdot \frac{138163}{2800000} = 0,49 .$$

Для увеличения КИМ свободные площади на листе заполним другими мелкими совместно обрабатываемыми деталями. Это повысит КИМ до 0,65 – 0,68

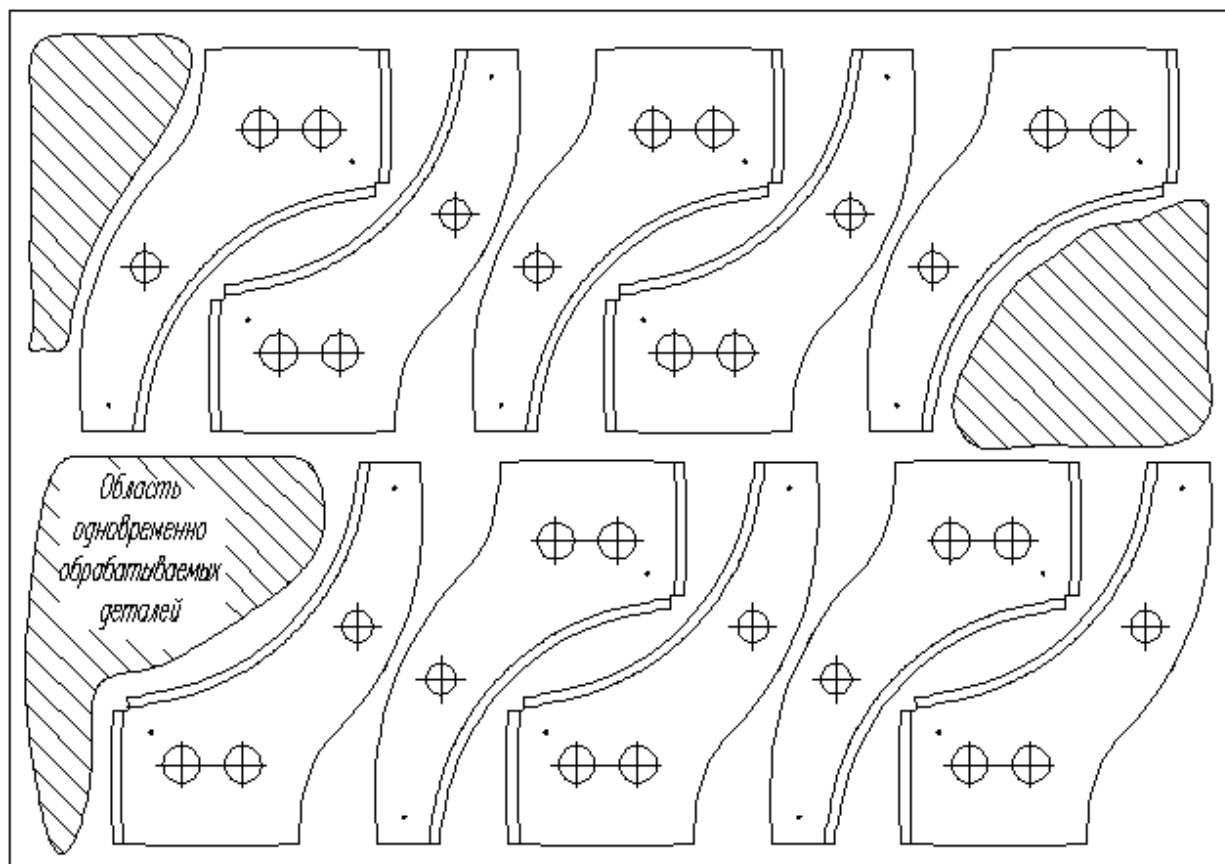


Рисунок 9 – Карта раскроя полуфабриката

Поскольку габаритные размеры заготовки достаточно велики, чтобы вырубать ее в штампе, для получения заготовки будем использовать

					КП.160108.14.180.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

фрезерование. Фрезерование – это наиболее производительный процесс обработки плоских и фасонных поверхностей. Заготовки будем фрезеровать из пакета листов на раскройном одно-портальном радиально-фрезерном станке с ЧПУ модели РФП-2, характеристики которого приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Характеристики РФП-2

Наименование характеристики	Значение
Наибольшие габаритные размеры обрабатываемых деталей, мм	6000×2000
Высота пакета, мм	15
Габаритные размеры рабочего стола, мм	8400×2100
Частота вращения шпинделя при фрезеровании, об/мин	18000
Частота вращения шпинделя при сверлении, об/мин	9000
Диаметр фрезы, мм	8-12
Диаметр сверла, мм	2,5-8
Мощность привода шпинделя при фрезеровании, кВт	6
Мощность привода шпинделя при сверлении, кВт	3
Точность обработки по контуру и координатам сверления отверстий, мм	±0,25
Шероховатость поверхности	Rz 40

Контроль заготовки. После проведенной операции необходимо контролировать заготовку, а именно проверить:

- соответствие марки материала и обозначение деталей по чертежу (визуально на бирке);
- наличие клейма цеха поставщика (визуально);
- внешний вид (визуально);
- толщину материала (толщиномер);
- шероховатость (образцы шероховатости).

2.1.4 Отжиг заготовки

На этом этапе проводят отжиг заготовки при температуре 350-370⁰С в течение 2-4 часов с охлаждением в печи в течение 15 минут (до 150⁰С), далее на воздухе. Отжиг необходим для того, чтобы вывести материал из твердого состояния перед деформированием.

2.1.5 Деформирование детали

Деформирование заготовки будет осуществляться эластичной средой. Преимуществом этого метода является то, что давление распространяется равномерно по всей поверхности заготовки в отличие от других методов. Процесс гибки-формовки можно рассматривать состоящим из трех стадий:

- равномерное пластическое деформирование (изгиб) до момента возникновения потери устойчивости;
- развитие потери устойчивости до момента соприкосновения складок с поверхностью формблока;

					КП.160108.14.180.01.ПЗ	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

– расправление (посадка) складок до полного прилегания борта к формблоку.

Давление в этом случае складывается из давления, необходимого для огибания борта вокруг ребра формблока и давления, достаточного для упругопластического сжатия борта в тангенциальном направлении.

Определим потребное давление для формовки борта.

$$q = \frac{3 \cdot \sigma_{TO} \cdot R \cdot S_0^2 + \Pi \cdot S_0^3}{6 \cdot R \cdot (a - R \cdot \varphi)^2} + \frac{(\sigma_{TO} + 0,2 \cdot \Pi) \cdot S_0}{R_{омб}}, \quad (5)$$

где σ_{TO} – экстраполированный предел текучести;

R – радиус нейтрального слоя, равный 4 мм;

S_0 – толщина листа, равная 2 мм;

Π – модуль упрочнения;

a – длина прямолинейного участка борта, равная 20 мм;

φ – угол борта, равный 1,57 рад;

$R_{омб}$ – радиус борта, равный 400 мм.

Экстраполированный предел текучести рассчитывается по формуле:

$$\sigma_{TO} = \frac{\sigma_{\epsilon} \cdot (1 - 2\psi_{\epsilon})}{(1 - \psi_{\epsilon})^2}, \quad (6)$$

где σ_{ϵ} – предел прочности в отожденном состоянии, равный 230 МПа;

ψ_{ϵ} – относительное сужение, предшествующее разрыву.

Относительное сужение, предшествующее разрыву рассчитывается по формуле:

$$\psi_{\epsilon} = \frac{\delta_{\epsilon}}{1 + \epsilon_{\epsilon}}, \quad (7)$$

где δ_{ϵ} – относительное удлинение при растяжении;

ϵ_{ϵ} – относительная деформация при растяжении.

Относительное удлинение при растяжении и относительная деформация при растяжении рассчитываются соответственно по формулам (8) и (9):

$$\delta_{\epsilon} = 0,8 \cdot \delta, \quad (8)$$

$$\epsilon_{\epsilon} = 1 - \delta, \quad (9)$$

где δ – относительное удлинение материала.

Модуль упрочнения рассчитывается по формуле:

$$\Pi = \frac{\sigma_{\epsilon}}{(1 - \psi_{\epsilon})^2}. \quad (10)$$

Произведем вычисления:

$$\delta_{\epsilon} = 0,8 \cdot 0,13 = 0,104 ;$$

$$\epsilon_{\epsilon} = 1 - 0,13 = 0,87 ;$$

$$\psi_{\epsilon} = \frac{0,104}{1 + 0,87} = 0,056 ;$$

$$\Pi = \frac{230 \cdot 10^6}{(1 - 0,056)^2} = 257,9 \text{ МПа} ;$$

$$\sigma_{TO} = \frac{230 \cdot 10^6 \cdot (1 - 2 \cdot 0,056)}{(1 - 0,056)^2} = 229,2 \text{ МПа} ;$$

					КП.160108.14.180.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

$$q = \frac{3 \cdot 229,2 \cdot 10^6 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot (2 \cdot 10^{-3})^2 + 257,9 \cdot 10^6 \cdot (2 \cdot 10^{-3})^3}{6 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot (9 \cdot 10^{-3} - 3,9 \cdot 10^{-3} \cdot 1,57)^2} + \frac{(229,2 \cdot 10^6 + 0,2 \cdot 257,9 \cdot 10^6) \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{400 \cdot 10^{-3}} = 23,42 \text{ МПа}.$$

По рассчитанным усилиям для формообразования выбираем гидравлический пресс модели ПЗ07, характеристики которого представлены в таблице 4.4.

Таблица 6 – Характеристики гидравлического пресса ПЗ07

Наименование характеристики	Значение
Усилие пресса, кН	96000
Деформирующее давление, МПа	40
Наибольшая высота штампуемой детали, мм	80
Тип пресса	Плунжерный
Число столов	2
Габаритные размеры стола, мм	700×1400
Скорость перемещения стола, м/с	0,32
Мощность электродвигателей, кВт	85

2.1.6 Устранение пружинения

Определим поправку на пружинение при формовке отбортовки по формуле:

$$\Delta \varphi = \frac{3 \cdot \sigma_s}{E} \cdot \left(\frac{R}{S_0} + \frac{1}{2} \right) \cdot \varphi, \quad (11)$$

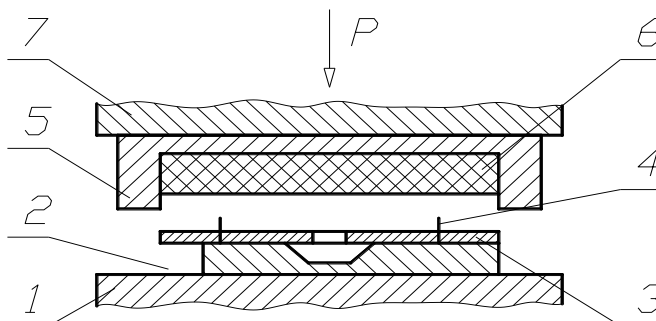
где E – модуль упругости, равный 72 ГПа.

$$\text{Тогда: } \Delta \varphi = \frac{3 \cdot 230 \cdot 10^6}{72 \cdot 10^9} \cdot \left(\frac{4 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{2} \right) \cdot 1,57 = 0,037 \text{ рад}.$$

Следовательно, формблок будет изготовлен с углом

$$\alpha_0 = \varphi - \Delta \varphi = 1,57 - 0,037 = 1,54 \text{ рад}^{\circ}.$$

Заготовка фиксируется на формблоке с помощью шпилек.



1 – стол пресса; 2 – формблок; 3 – заготовка; 4 – шпильки; 5 – контейнер с резиной; 6 – резина; 7 – верхняя подвижная траверса

Рисунок 10 – Схема формообразования

2.1.7 Окончательная термообработка

После завершения всех формообразующих операций проводят окончательную термообработку с нагревом детали до 470-490⁰С, выдержкой в течении 15-20 минут и последующим охлаждением в воде, то есть деталь калят и естественно старят для упрочнения материала.

2.1.8 Анодное оксидирование

Далее на поверхность детали наносят покрытие. Перед нанесением покрытия деталь обезжиривают специальным раствором при температуре 50-60⁰ С в течении 5 минут, после чего промывают горячей и холодной водой. Затем проводят анодную обработку в растворе соляной кислоты с добавлением хромового ангидрида при температуре 40+2⁰С, под действием тока. Затем промывают в холодной и горячей воде, обрабатывают в растворе хромата калия.

2.1.9 Грунтовка

Далее наносится слой грунтовки ФЛ-086 желтого цвета распылением из краскораспылителя. После чего деталь сушат при температуре 80⁰С в течении 2 часов.

2.1.10 Окончательный контроль

На этом этапе производится окончательный контроль. В данной детали будет контролироваться:

- высота отбортовки с помощью штангенциркуля ШЦ-I-125-0,1;
- правильность формовки отбортовки контролируется по шаблону внутреннего контура (ШВК);
- контроль размеров;
- контроль шероховатости с помощью образцов шероховатости.

2.1.11 Маркировка

Маркировка детали выполняется вручную тушью и пером.

					КП.160108.14.180.01.ПЗ	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4 Схема увязки заготовительной и сборочной оснастки

Для узла применим плазово-шаблонный метод увязки и обеспечения взаимозаменяемости при его сборке.

Схема увязки заготовительной и сборочной оснастки показана на рисунке 11. Перечень оснастки, необходимой для изготовления и контроля деталей узла которую необходимо включить в схему увязки, приведен в таблице 7.

Таблица 7 - Перечень технологической и контрольной оснастки для изготовления узла (на примере детали № 1)

Деталь	Элемент детали	Метод обработки	Необходимые шаблоны, эталоны или макеты		
			Источник информации о геометрии элемента	Оснастка для образования элемента	Средства контроля геометрии
Стенка	Теоретический контур	Гибка эластичной средой	КП	Формблок	ШКС, угломер, контр. Плита
	Отверстие	Сверление	КП	ШОК	Калибры
	Торцевые поверхности	Фрезерование, зачистка	КП	ШОК	Образцы шероховатости

Схема увязки технологической оснастки

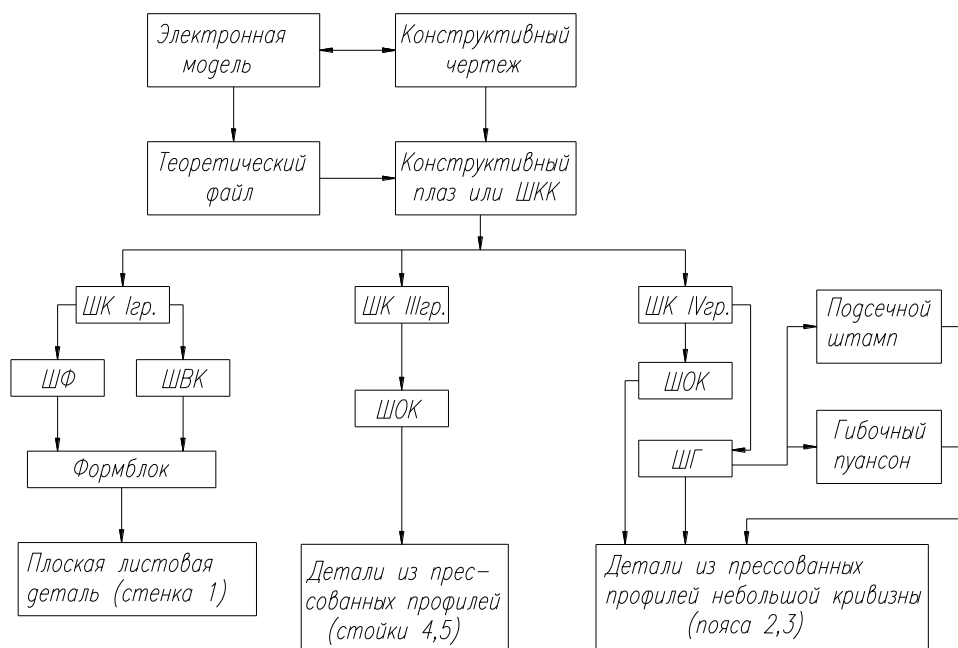


Рисунок 11 – Схема увязки оснастки

Список использованных источников

1. МДК.01.03. Проектирование технологических процессов, разработка технологической документации и внедрение в производство. «Методические указания по выполнению курсового проекта». Составил Задорожный В.К. – Иркутск. 2014. – 39 с.
2. Технология самолетостроения: «Учебник для авиационных вузов» А.Л. Абибов, Н. М. Бирюков, В. В. Бойцов и др.. Под ред. А. Л. Абибова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1982. – 551 с., ил.
3. Аверкиев А. Ю. Технология холодной штамповки: «Учебник для вузов по специальностям «Машины и технология обработки металлов давлением» и «Обработка металлов давлением». – М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.: ил.
4. Бойцов В. В. и др. Сборка агрегатов самолета: «Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Самолетостроение» / В. В. Бойцов, Ш. Ф. Ганиханов, В. Н. Крысин. – М.: Машиностроение, 1988. – 152 с.: ил.