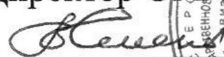


Областное государственное бюджетное образовательное
учреждение среднего профессионального образования
«Иркутский авиационный техникум»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ОГБОУ СПО «ИАТ»

 В.Г. Семенов



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

**МДК 01.03 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ, РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
ДОКУМЕНТАЦИИ И ВНЕДРЕНИЕ В ПРОИЗВОДСТВО**

**образовательной программы
по специальности СПО**

160108 Производство летательных аппаратов

Базовой подготовки

Иркутск 2014

Рассмотрена цикловой комиссией

160108 ПЛА

Протокол № _____

от «26» 06 2014 г.

Председатель ЦК



подпись

В.К. Задорожный

ФИО

Методические указания разработаны на
основе рабочей программы
профессионального модуля
ПМ.01 Техническое сопровождение
производства летательных аппаратов и
разработка технической документации (в
рамках структурного подразделения
организации отрасли),
учебного плана специальности 160108
Производство летательных аппаратов

Разработчик: преподаватель ОГБОУ СПО «ИАТ»
Задорожный Виктор Константинович

Автор: Задорожный В.К. Методические указания к выполнению курсового проекта по междисциплинарному курсу МДК 01.03 Проектирование технологических процессов, разработка технологической документации и внедрение в производство Методическая разработка, Иркутск, 2015. – 39с.

МДК.01.03 Проектирование технологических процессов, разработка технологической документации и внедрение в производство. Проект технологических процессов производства узла самолета. Методические указания по выполнению курсового проекта. Составил В.К. Задорожный – Иркутск.

В методических указаниях рассмотрены содержание и последовательность выполнения курсового проекта по МДК.01.03 Проектирование технологических процессов, разработка технологической документации и внедрение в производство, входящего в профессиональный модуль ПМ.01 Техническое сопровождение производства летательных аппаратов и разработка технологической документации (в рамках структурного подразделения предприятий отрасли) для студентов специальности 24.02.01 Производство летательных аппаратов.

Указания могут быть полезны при выполнении разделов курсовых и дипломных проектов, касающихся технологических вопросов сборки и изготовления деталей 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 Проект технологического процесса сборки узла	7
2.2.1 Конструктивно-технологическое описание узла.	7
2.2.2 Состав баз для сборки узла	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
2.3 Технологические процессы изготовления деталей	10
2.3.1 Общий порядок разработки	10
2.3.2 Конструктивно-технологическое описание конструкции детали	10
2.3.3 Маршрутный технологический процесс	11
2.4. Схема оснастки для изготовления детали	14
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 приобретение студентами навыков в разработке технологических процессов производства элементов конструкции планера самолета.

1.2 Задание на курсовой проект

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

При выборе задания необходимо учитывать следующие требования:

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

В курсовом проекте для заданного узла необходимо:

- выполнить конструктивно-технологический анализ узла;
- разработать схему базирования узла;
- составить схему сборки узла;
- разработать технологический процесс сборки узла;
- разработать технологический процесс изготовления детали из листового материала;
- разработать технологический процесс изготовления детали из пресованного профиля;
- разработать сборочный чертеж узла (формат А1);
- разработать чертеж детали из листового материала (формат А3);
- разработать конструктивный плаз компьютерный для детали из листового материала со всеми необходимыми для изготовления и контроля шаблонами (формат А3);
- разработать чертеж оснастки для изготовления детали из листового материала;
- разработать схему увязки заготовительной и сборочной оснастки;

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;
- технологические процессы изготовления деталей узла;
- схема увязки заготовительной и сборочной оснастки;
- 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 детали (формат А3);
- конструктивный план компьютерный (формат А3);
- сборочный чертеж оснастки для изготовления детали (формат А3).

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 (студентами группы и преподавателем).

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

защиту проекта без предварительной проверки проекта руководителем не рекомендуется.

При защите проекта студент выступает с кратким сообщением по проекту. При этом в докладе 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 студент 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 Проект технологического процесса сборки узла

Для разработки технологического процесса сборки узла необходимо изучить его конструкцию. Результатом изучения конструкции узла является конструктивно-технологическое описание. Рекомендуемая последовательность изучения и описания узла приведена ниже.

2.2.1 Конструктивно-технологическое описание 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 Состав баз для сборки узла

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 [12]. 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.

2.2.3 Схема сборки узла

На данном этапе устанавливаются:

- последовательность установки и фиксации деталей в сборочном приспособлении и друг на друга;
- состав работ, необходимых для сборки узла;
- последовательность и схему выполнения соединений.

2.2.4 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 переходы), 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.

2.2.5 Технические условия поставки деталей на сборку

Условия на поставку деталей определяют степень законченности, с которой детали должны поступать в сборочный цех на сборку агрегата или отсека. Они разрабатываются после определения состава сборочных баз и составления схемы сборки и являются дополнением к техническим требованиям на изготовление деталей, которые указаны на чертеже.

В условиях на поставку деталей указывают:

- наличие, размер и расположение технологических припусков, удаляемых при установке деталей в сборочное положение или стыковке с соседними узлами (подгонка);
- наличие или отсутствие, места размещения (позиция сопрягаемой детали) и размеры направляющих отверстий (НО);
- наличие, количество и размер сборочных (базовых или КФО если они используются) отверстий и позиция сопрягаемой детали (если они есть);

Условия на поставку деталей должны быть увязаны с технологическим процессом сборки. Так, например, если детали на сборку подаются с припуском, то в технологическом процессе необходимо предусмотреть операции разметки и обрезки припуска по длине или по контуру.

Условия на поставку деталей на сборку составляются для каждой детали отдельно и могут быть оформлены в виде таблицы.

2.3 Технологические процессы изготовления деталей

2.3.1 Общий порядок разработки

Разработку технологического процесса следует выполнять отдельно для каждой детали.

Разработка технологического процесса производства детали предполагает:

- составление описание конструктивно-технологических свойств детали;
- разработку технологического маршрута;
- разработку технологических операций (в курсовом проекте допускается разрабатывать только одну операция для изготовления одной детали);
- оформление описания технологического процесса в виде таблицы.

2.3.2 Конструктивно-технологическое описание конструкции детали

Конструктивно-технологическое описание детали предназначено для установления всего комплекса конструктивных требований к детали и ее технологических свойств. На основе этого описания назначаются операции и переходы.

Описание конструктивно-технологических свойств детали целесообразно выполнять по следующему плану:

а) Общие сведения о детали:

- идентификационный номер детали (допускается назначить условный номер);
- наименование детали;
- назначение детали;

- общий вид детали (выполняется в виде эскиза в изометрической проекции в ракурсе, дающем максимально наглядное представление о конструкции детали).

б) Характеристика полуфабриката в состоянии поставки:

- марка материала;
- вид полуфабриката (форма);
- физико-механические характеристики материала полуфабриката
- размер полуфабриката и предельные отклонения размеров полуфабриката;
- состояние поверхности полуфабриката (шероховатость и покрытия).

в) Конструкция детали:

- общая форма детали;
- состав элементов детали;
- форма элементов детали;
- компоновка (расположение) элементов детали относительно конструктивных баз или друг друга.

г) Размеры и допускаемые отклонения размеров:

- габаритные размеры и допуски;
- размеры и допуски на размеры, форму элементов детали;
- допуски расположения элементов.

д) Физико-механические характеристики материала готовой детали:

- предел прочности;
- предел текучести;
- относительное удлинение;
- твердость;
- параметры упрочняющей обработки (кроме термообработки).

е) Состояние поверхности детали:

- шероховатость поверхностей;
- свойства поверхностного слоя;
- схема покрытий.

ж) Место и вид маркировки.

з) Группа контроля.

Описание допускается оформлять как в виде таблицы, так и в текстовой форме.

2.3.3 Маршрутный технологический процесс

В курсовом проекте предлагается разработать укрупненный технологический процесс, который отличается от рабочего отсутствием некоторых технологических операций (например, транспортных).

Технологический процесс может быть разработан в результате выполнения следующих действий:

- а) Изучить требования к технологическому процессу:
 - уточнить требования к конструкции детали и ее качеству;
 - установить специальные требования к разрабатываемому конкретному технологическому процессу;
 - установить объем и программу выпуска детали.

- б) Изучить имеющиеся исходные данные:
- в) Изучить производственную обстановку:
- существующую на предприятии технологическую структуру по типам и видам производства;
 - характер и площадь производственных помещений, где предполагается разворачивание производства детали;
 - парк имеющегося в распоряжении технолога технологического оборудования;
 - располагаемые и отработанные на предприятии технологические процессы и методы обработки, соответствующее технологическое оснащение и возможности.
- г) Разработать маршрутный технологический процесс:
- уточнить исходное состояние и характеристики полуфабриката. Если полуфабрикат или его параметры не заданы, то следует их назначить, руководствуясь сортаментом и согласовать с руководителем проекта;
 - разработать технологическую схему производства детали, для чего:
 - установить какие работы необходимо выполнить для придания исходному полуфабрикату всех свойств конструкции детали (основной формы и габаритных размеров, формы и размеров каждого элемента, шероховатости всех поверхностей и др.). При назначении названных работ, допускается руководствоваться обобщенным (укрупненным) типовым технологическим процессом изготовления детали, существующими единичными или типовыми технологическими процессами;
 - подобрать для каждой работы методы ее выполнения;
 - оценить возможности выбранных методов по выполнению требований, предъявляемых к детали;
 - установить конструкцию (схему, вид) промежуточных изделий (заготовок) перед каждой из работ;
 - установить какие дополнительные работы необходимо назначить, чтобы реализовать выбранные методы их выполнения;
 - определить возможность применения одного метода для образования нескольких элементов детали одновременно;
 - установить какие дополнительные работы необходимо выполнить для реализации технологического процесса (контроль, транспортировка и др.);
 - назначить тип технологического оборудования, необходимого для реализации выбранных методов и выполнения всех назначенных работ;
 - согласовать последовательность и содержание всех работ;
 - распределить все установленные работы по операциям;
 - сформировать состав и последовательность операций;
 - составить перечень рабочих мест по операциям.
- д) Разработать каждую технологическую операцию. Для чего выполнить следующие действия:
- уточнить модель (модификацию) применяемого оборудования для выполнения операции;
 - установить состав и последовательность работ, необходимых для выполнения операции;

- назначить методы для выполнения каждой работы;
 - распределить работы по переходам;
 - назначить методы и средства обеспечения геометрической точности и взаимозаменяемости и составить элемент схемы увязки заготовительной оснастки, а также методы и средства контроля качества детали;
 - назначить средства транспорта;
 - определить технические нормы времени, затрат основных и технологических и других расходных материалов, необходимых для выполнения каждой операции;
 - определить количество единиц оборудования для выполнения каждой операции.
 - определить размер партии запуска изделий и число переналадок оборудования и оснастки;
 - определить технико-экономические параметры вариантов технологического процесса и выбрать наиболее эффективный.
- е) Разработать каждый переход, для этого:
- установить состав и последовательность работ, необходимых для выполнения перехода;
 - назначить методы для выполнения каждой работы;
 - назначить технологические режимы обработки в переходе;
 - распределить работы по ходам;
 - разработать конструкцию изделия (заготовки) перед выполнением операции изготовления заготовки детали:
 - уточнить тип наиболее рациональной заготовки детали для данной операции;
 - назначить метод изготовления заготовки и необходимое для этого оборудование;
 - разработать конструкцию заготовки:
 - (установить основные характеристики конструкции заготовки (общую форму, состав элементов, их компоновку, размеры и др.) с учетом возможностей выбранных методов изготовления;
 - назначить технологические припуски, уклоны, допустимые упрощения конструкции, вызванные ограниченными возможностями методов изготовления заготовок, исполнительные размеры и допуски;
 - выполнить чертеж заготовки (карту раскроя или др. документы, в которых описана конструкция заготовки);
 - определить коэффициент использования материала полуфабриката;
 - назначить оснастку и инструменты, средства автоматизации и механизации работ.

Принятые решения оформляются в текстовом виде с составлением обоснования по каждому принятому решению.

2.4 Схема оснастки для изготовления детали

В курсовом проекте предлагается разработать схему оснастки для изготовления одной из деталей узла и одной из операций технологического процесса (или одного из переходов операции). Для разработки схемы оснастки рекомендуются детали, выходящие на аэродинамический обвод.

Из всех операция (или переходов) рекомендуется выбирать работы, связанные с формообразованием деталей или ее элементов.

В курсовом проекте предлагается разработать упрощенную схему оснастки.

Рекомендуется следующий порядок разработки оснастки:

- сформировать общую концепцию (схему, идею) оснастки;
- сформировать общую схему основных инструментов, осуществляющих формоизменение заготовки;
- изобразить оси заготовки;
- изобразить контуры заготовки;
- наложить изображение детали на изображение заготовки;
- выбрать конструкцию формообразующих инструментов оснастки;
- изобразить контуры формообразующих инструментов оснастки;
- окончательно оформить изображение основных инструментов;
- выбрать конструкцию вспомогательных и дополнительных инструментов оснастки (прижимов, направляющих пластин, трафаретов и др.);
- изобразить контуры вспомогательных и дополнительных инструментов оснастки;
- изобразить контуры оснований, креплений и другие элементы оснастки;
- окончательно согласовать конструкцию и положение всех элементов оснастки всех элементов.

Для упрощения и ускорения решения задачи целесообразно использование типовых конструкций оснастки, информация о которых содержится в технической литературе. В типовую конструкцию вносятся необходимые изменения, определяемые особенностью конструкции детали, применяемого оборудования и другими условиями.

Принятые решения оформляются в виде схемы, на которой должны быть изображены элементы, без которых невозможно выполнение операции и элементы, обеспечивающие фиксацию оснастки на оборудовании. Другие элементы допускается изображать в упрощенном виде или условно. Для разработанной оснастки составляется краткое техническое описание устройства оснастки и ее работы при выполнении перехода или операции.

2.5 Схема увязки заготовительной и сборочной оснастки

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.

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

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

КП.24.02.01.1_.1____.01.ПЗ

Диафрагма шпангоута №19

Проектирование технологических процессов, разработка
технологической документации

Выполнил студент

Подпись

Иванов С.П.

Проверил преподаватель

Подпись

Задорожный В.К.

Пример оформления задания на курсовой проект

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

УТВЕРЖДАЮ:
Председатель цикловой
комиссии В.К. Задорожный

«__» _____ 201__ г.

**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: «__» _____ 201__ г.
Срок представления к защите: «__» _____ 201__ г.

Руководитель: _____ Задорожный В.К.
(фамилия, инициалы)
«__» _____ 201__ г.

Студент: _____ Фомин С.Д.
(фамилия, инициалы)
«__» _____ 201__ г.

Указания к выполнению проекта

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

Исходные данные:

- сборочный чертеж узла № КП.24.02.01.1_.1____.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.

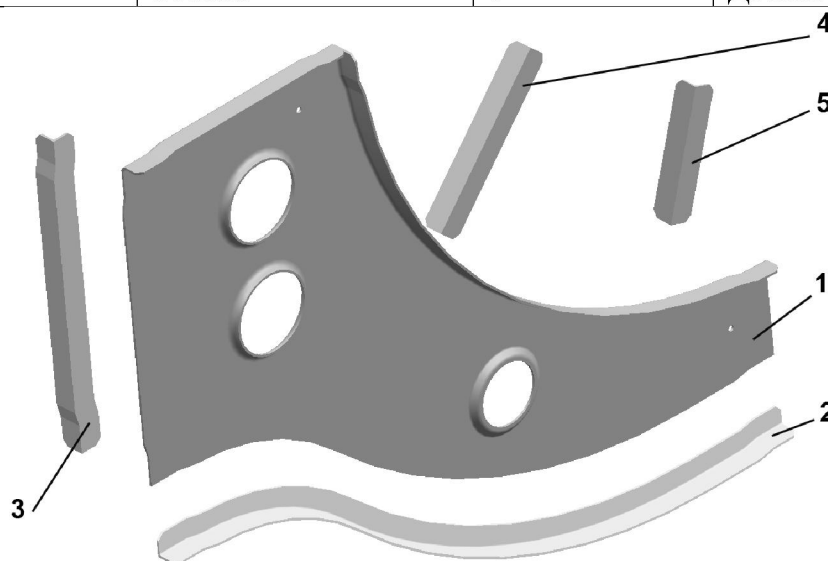
Вес – 1,03 кг.

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: 490x628x42 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.

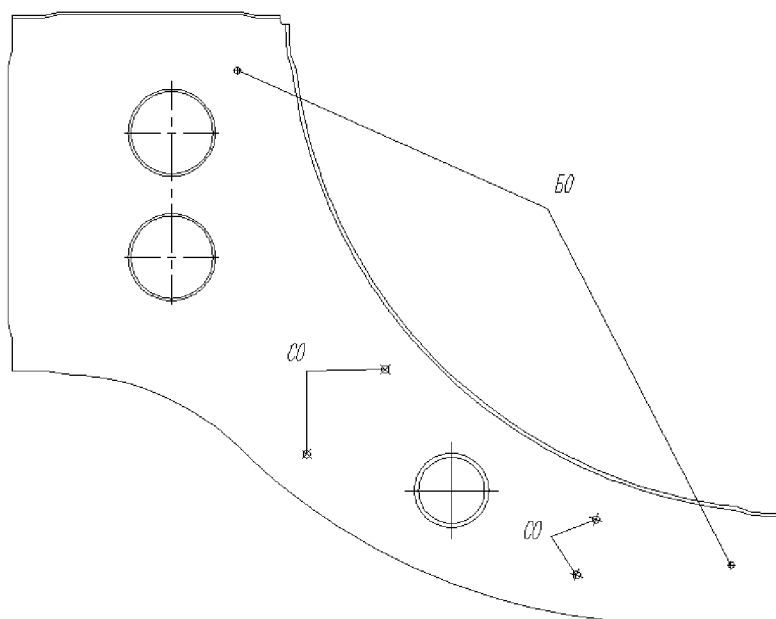


Рисунок 2 – Схема базирования стенки диафрагмы

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.

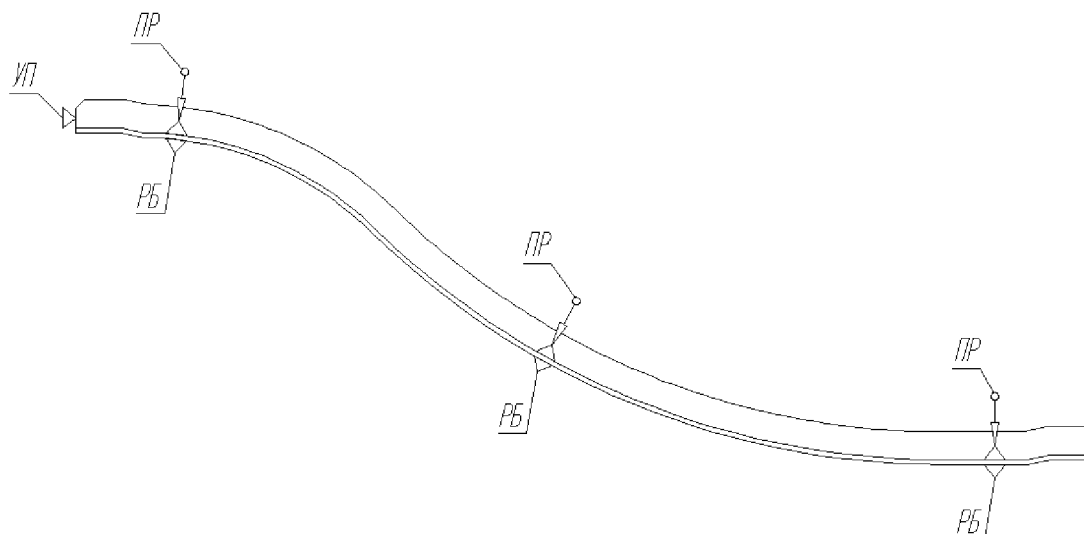


Рисунок 3 – Схема базирования пояса диафрагмы (2)

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.

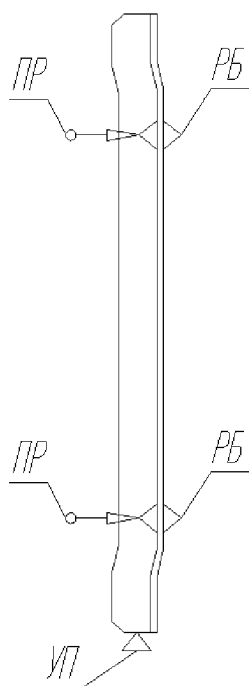


Рисунок 4 – Схема базирования пояса диафрагмы (3)

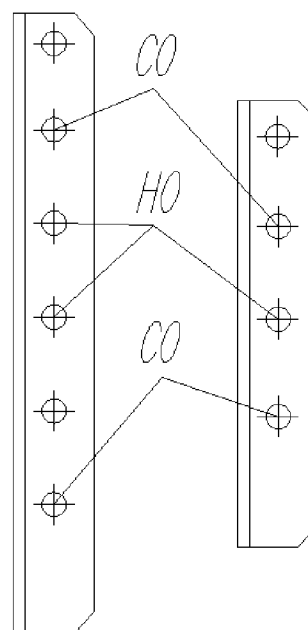


Рисунок 5 – Схема базирования стоек (4,5)

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.

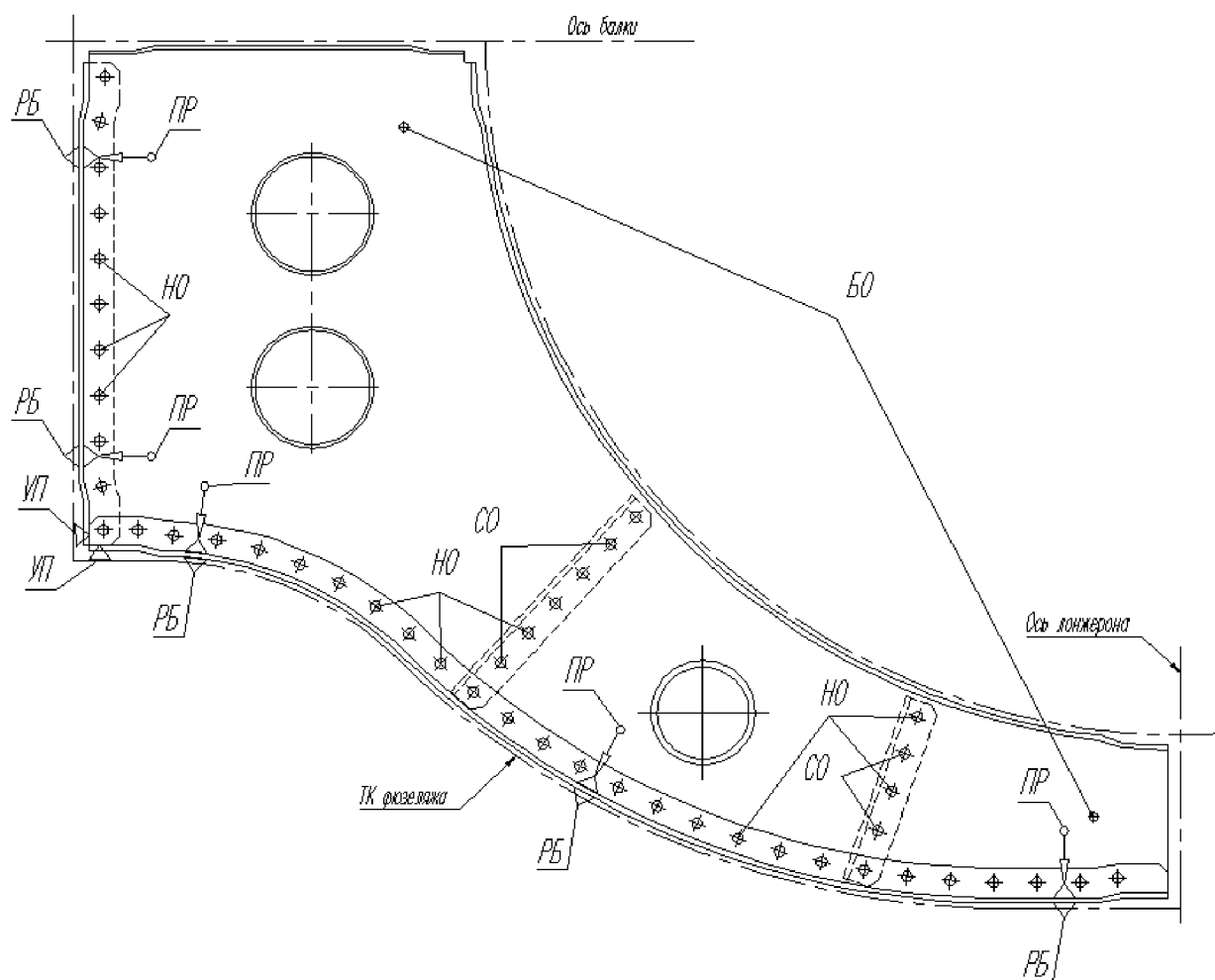


Рисунок 6 – Схема базирования деталей узла

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:

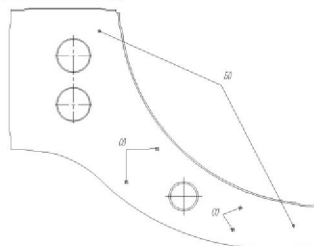
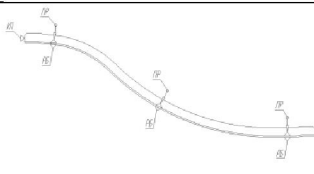
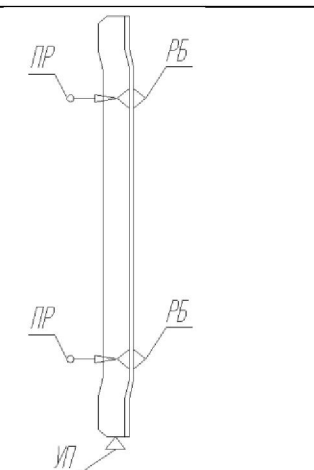
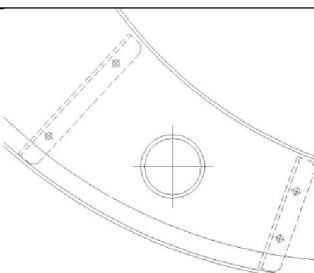
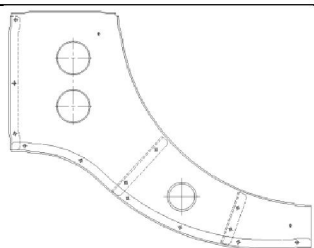
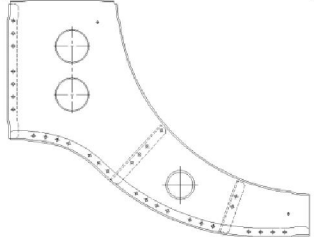
стенка 1: дать 2 БО Ø5 для базирования стенки в стапеле и по 2 СО Ø3,1 мм для базирования стоек 4 и 5;

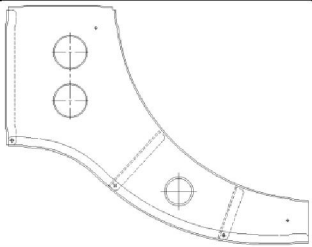
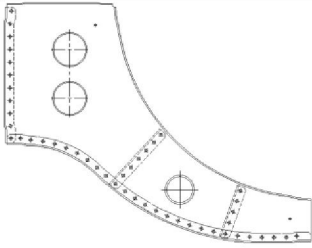
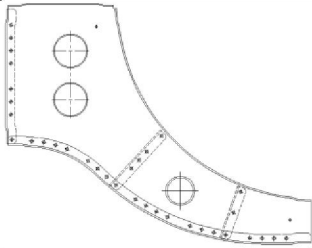
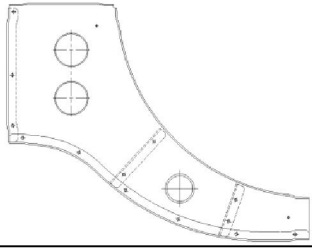
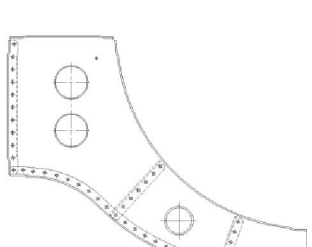
пояса 2,3: дать НО Ø2,6 под заклепки соединения со стенкой 1 кроме мест пересечения со стойками и поясами;

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

					КП.24.02.01.1_1_.01.ПЗ	Лист
						26
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	$\text{Лист} \frac{2 \text{ ГОСТ } 21631-76}{\text{Д16АТ ГОСТ } 4784-74}$	
Размеры полуфабриката и допуски	$\text{Лист Д16АТ } 2_{-0,15} \times 1400^{+10} \times 2000^{+20} \text{ 21631-76}$	
Физико-механические и технологические свойства материала полуфабриката	Временное сопротивление	$\sigma_B = 405 \text{ МПа (41,5 кгс/мм}^2\text{)}$
	Предел текучести	$\sigma_{0,2} = 270 \text{ МПа (27,5 кгс/мм}^2\text{)}$
	Относительное удлинение	$\delta=13\%$
	Твердость	$HB = 1050 \text{ МПа}$
	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 отбортовки 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

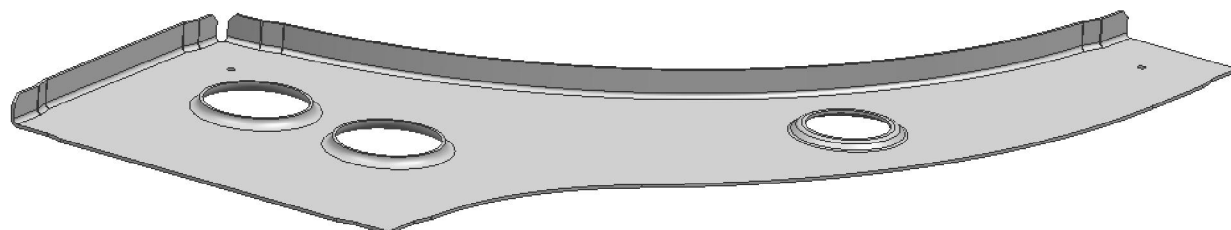


Рисунок 7 – Общий вид стенки диафрагмы

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 $2 \times 1400 \times 2000$ 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).

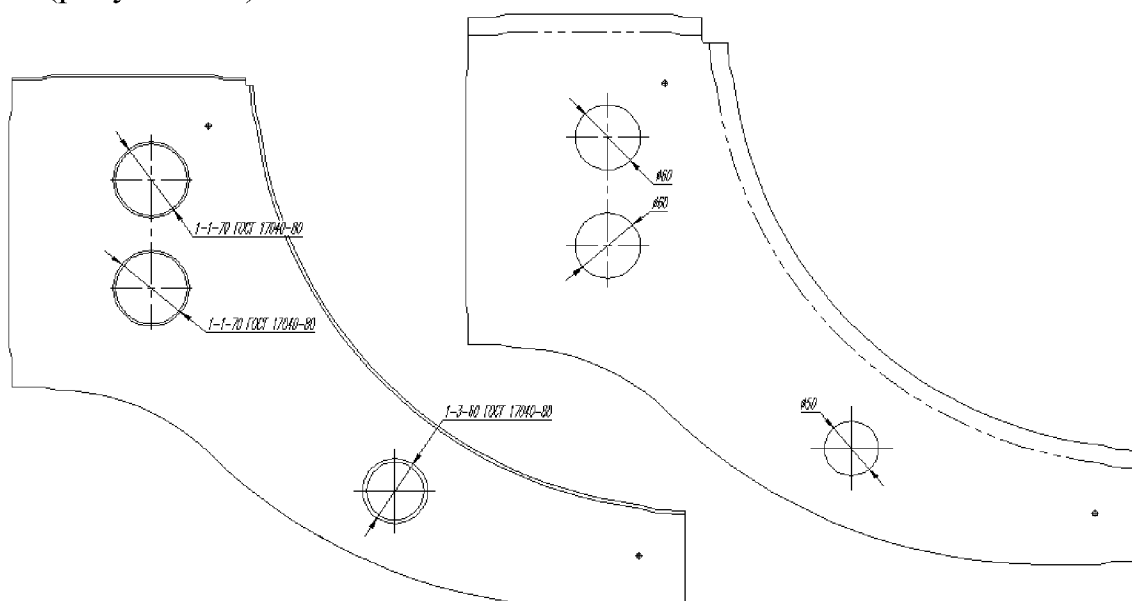


Рисунок 8 – Готовая деталь и ее развертка

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;

$S_{пф}=N*L=1400*2000=2800000$ 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

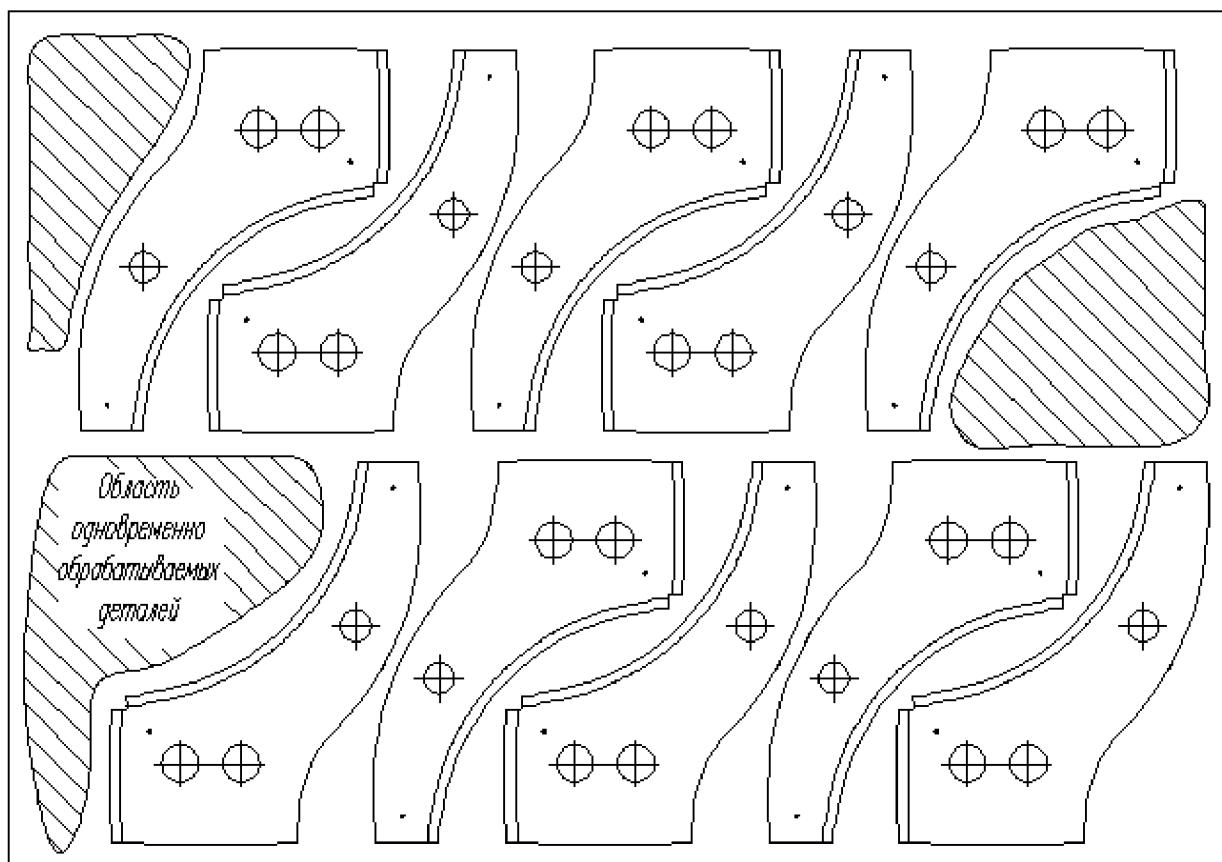


Рисунок 9 – Карта раскроя полуфабриката

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

					КП.24.02.01.1_1_.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

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;

– 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.

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

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;

$R_{отб}$ – 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 отожженном 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:

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

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

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

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

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

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

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:

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

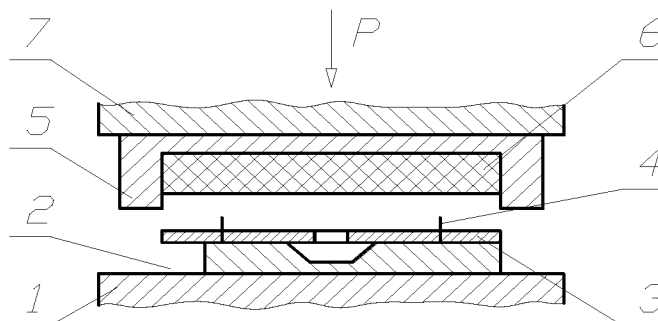
где E – модуль упругости, равный 72 ГПа.

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.

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

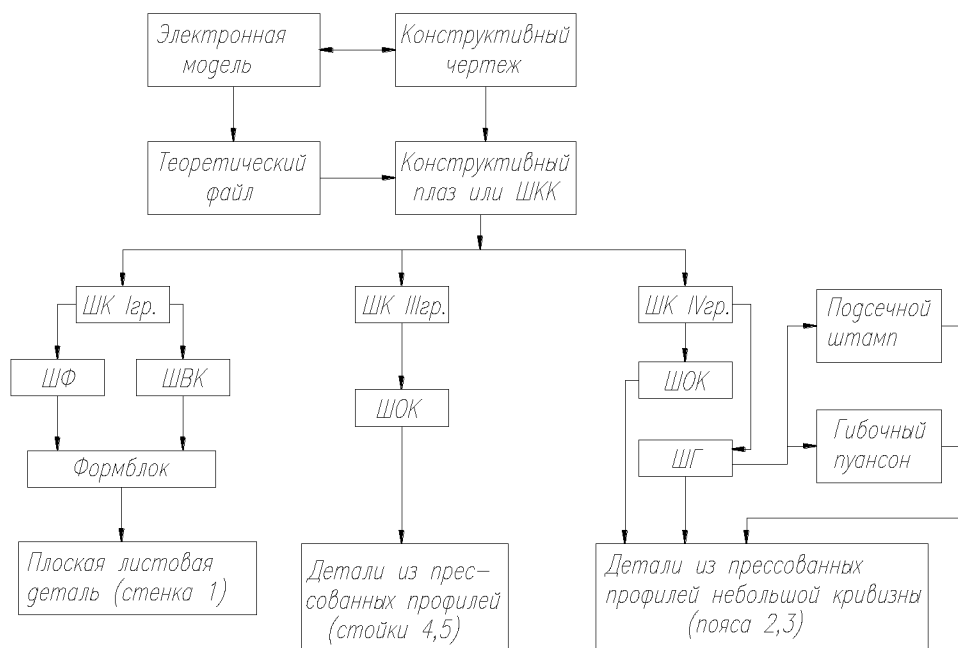


Рисунок 11 – Схема увязки оснастки

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. 2015. – 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.