

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 02.04 РАЗРАБОТКА РАБОЧЕГО ПРОЕКТА С
ПРИМЕНЕНИЕМ ИКТ**

**образовательной программы
по специальности СПО**

160108 Производство летательных аппаратов

Базовой подготовки

Иркутск 2014

Рассмотрена цикловой комиссией
160108 Производство летательных
аппаратов
Протокол № 1
от «30» августа 2014 г.

Председатель ЦК



подпись

/В.К. Задорожный/

ФИО

Методические указания разработаны на
основе рабочей программы
профессионального модуля
ПМ.02 Проектирование несложных
деталей и узлов деталей и узлов
летательных аппаратов и его систем,
технологического оборудования и
оснастки,
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 02.04 Разработка рабочего проекта с применением ИКТ Методическая разработка, Иркутск, 2015. – 40 с.

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	8
2.2.3 Анализ технологичности	9
2.3 Технологическая часть	9
2.3.1 Анализ заводского технологического процесса сборки	9
2.3.2 Обоснование проектируемого технологического процесса сборки	10
2.3.3 Выбор метода сборки	11
2.3.4 Выбор метода базирования	11
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	14
2.4 Разработка сборочного приспособления для сборки узла	15
2.4.1 Общий порядок разработки	15
Литература	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	21

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 Технические требования на сборку

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

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 Обоснование проектируемого технологического процесса сборки

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 четырех 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 четырех 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 допуском 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 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.

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 разьёмы. При мелкосерийном и опытном производстве контрэталон и монтажные эталоны не изготавливают.

Эталонно-шаблонный метод обеспечивает наиболее точную увязку всей технологической оснастки, чем обеспечивается высокая точность сборки особенно по стыкам, а также обеспечивается межзаводская взаимозаменяемость.

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

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

В чистом виде в современном самолётостроении ни один из трёх названных методов увязки не применяется. Как правило, применяются все три метода с преобладанием того или другого в зависимости от:

- типа производства (единичное, серийное, крупносерийное);
- требований к точности аэродинамических обводов;
- конструкции изделия (наличия конструктивных и технологических стыков);
- габаритов изделия.

Исходя из вышесказанного, учащийся в 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

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

КП.24.02.01.1_.1___.01.ПЗ

Проект сборочной оснастки диафрагмы шпангоута №19

Разработка рабочего проекта с применением ИКТ

Выполнил

Подпись

Иванов С.П.

Проверил преподаватель

Подпись

Задорожный В.К.

Иркутск 201_

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.02.04 Разработка рабочего проекта с применением ИКТ

студенту III курса учебной группы С –179

Фомину Сергею Дмитриевичу
(фамилия, имя, отчество)

Тема: Проект сборочной оснастки панели боковой

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 сборочной оснастки для узлов авиационных конструкций.

Исходные данные:

- сборочный чертеж узла № КП.24.02.01.14.180.01.СБ;
- программа выпуска 100 узлов/год.

В результате выполнения курсового проекта необходимо:

- выполнить анализ технологичности сборочного узла;
- выбрать метод базирования узла и составить схему базирования;
- определить метод увязки и обеспечения взаимозаменяемости;
- разработать технологический процесс сборки узла;
- разработать схему сборки узла;
- разработать технические условия поставки деталей для сборки узла;
- разработать технические условия на проектирование сборочной оснастки;
- разработать проект сборочной оснастки;
- составить описание конструкции сборочной оснастки;
- выполнить расчет допустимых нагружений и деформаций элементов сборочной оснастки;
- выполнить расчет ожидаемой точности сборки узла;
- разработать схему увязки заготовительной и сборочной оснастки узла.

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 А3);

Сборочный чертеж сборочной оснастки (формат А1);

График процентов курсового проектирования

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

Пример выполнения и оформления курсового проекта

1 Объект производства

Як-130-учебно-боевой самолет, легкий штурмовик разработан ОКБ имени Яковлева. Самолет оборудован цифровой комплексной системой управления КСУ-130, выполняющей функции системы автоматического управления и активной системы безопасности полета и позволяющей, в учебных целях имитировать характеристики устойчивости и управляемости других самолетов. Позволяет готовить пилотов на самолеты 4 и 5 поколения. Для повышения ремонтнопригодности полностью отказались от композитов, все элементы планера сделаны из легких алюминиево-магниевых литиевых сплавов. Самолет способен взлетать с малоподготовленных (в том числе грунтовых) аэродромов.

1.1 Конструктивно-технологическая характеристика сборочного узла

Шпангоут 20 является элементом поперечного силового набора конструкции фюзеляжа планера самолета Як-130.

Шпангоута № 20 – плоский узел внутреннего поперечного силового набора.

Размеры шпангоута следующие: длина 0,927 м, ширина 0,807 м, толщина 0,107 м.

Состав элементов узла приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Состав элементов узла

Номер по спецификации	Наименование	Количество, шт.	Материал
1	Диафрагма	1	1163АТ
2	Диафрагма	1	1163АТ
3	Стяжка	1	1163АТ
4	Профиль	2	1163АТ
5	Профиль	1	1163АТ
6	Профиль	1	1163АТ
7	Профиль	1	1163АТ
8	Фитинг	1	1163АТ
9	Фитинг	2	1163АТ
10	Штуцер	1	1163АТ
11	Фитинг	2	1163АТ
12	Фитинг	2	1163АТ
13	Фитинг	1	1163АТ

Анализ соединений элементов узла представлен в таблице 2. Конструктивно-технологическое членение узла представлено на рисунке 1.

Таблица 2 – Конструктивно – технологическая характеристика соединений

Пакет	Вид соединения	Характеристика соединения	Характеристика швов	Доступ к шву
Диафрагма 1 с диафрагмой 2	Заклепочное	4-8 Ан.Окс ОСТ 1.34076-85	Прямолинейные	Хороший
Диафрагма 1 с профилем 4,6,7	Заклепочное	4-8 Ан.Окс ОСТ 1.34076-85	Прямолинейные	Хороший
Диафрагма 2 с профилем 4,5	Заклепочное	4-8 Ан.Окс ОСТ 1.34076-85	Прямолинейные	Хороший
Диафрагма 1 с фитингами 8,11,12,13	Заклепочное	4-8 Ан.Окс ОСТ 1.34076-85	Прямолинейные	Хороший
Диафрагма 2 с фитингом 9	Заклепочное	4-8 Ан.Окс ОСТ 1.34076-85	Прямолинейные	Хороший
Тройные пакеты по диафрагмам и профилям	Заклепочное	4-10 Ан.Окс ОСТ 1.34076-85	Прямолинейные	Хороший
Тройные пакеты по диафрагмам и профилям и фитингам	Заклепочное	4-12 Ан.Окс ОСТ 1.34076-85	Прямолинейные	Хороший

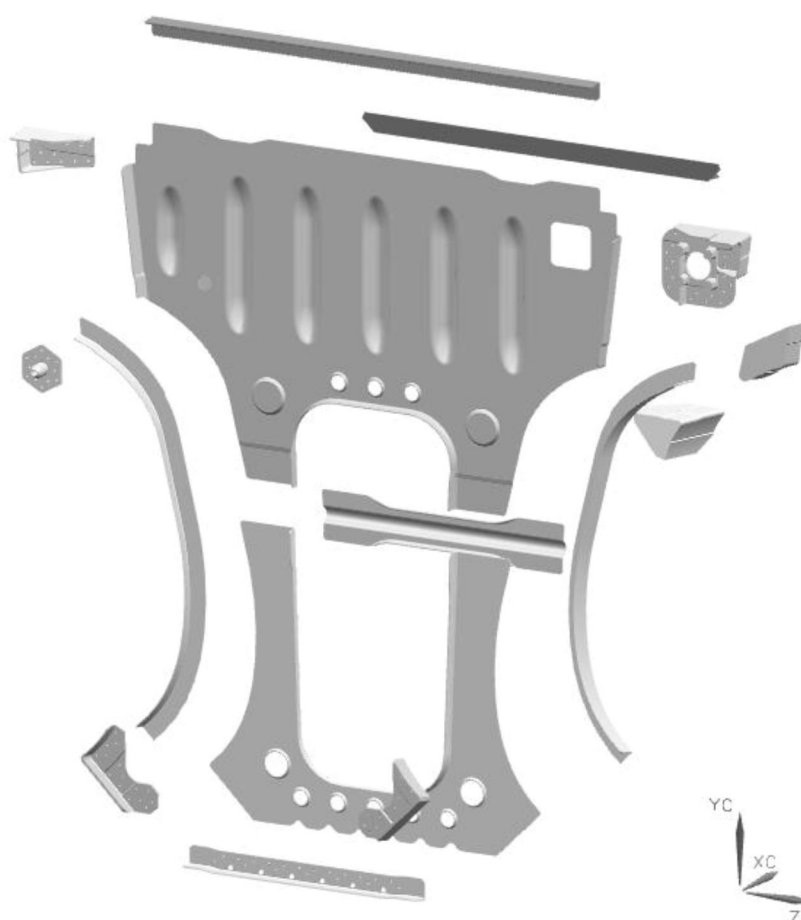


Рисунок 1 – Конструктивно-технологическое членение узла

					КП.24.02.01.1_1_.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

1.2 Технические требования на сборку

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

Технические условия на сборку шпангоута имеют следующий вид:

1. Допускаемое отклонение от теоретического контура $\pm 1,0$ мм с плавными сходами не менее 150 мм.
2. Отклонение осей заклепочных швов не более 1 мм.
3. Допускаемое отклонение на шаг ± 2 мм.
4. Неуказанные предельные отклонения размеров по ОСТ 1.00022-80.

1.3 Анализ технологичности

Технологичными называются конструкции, которые при обеспечении эксплуатационных качеств изделия позволяют в условиях данного типа производства достигать наименьшей трудоемкости изготовления. Однако существует целый ряд показателей технологичности, не зависящих от типа производства.

Оценка технологичности производится различными методами. Одним из широко распространенных методов является метод экспертных оценок. При этом суммарный показатель технологичности $K_{\text{тех.}}$ определяется как сумма произведений показателя уровня технологичности параметра N_i на удельный вес этого показателя технологичности M_i .

$$K_{\text{тех.}} = \sum (N_i \cdot M_i)$$

Зададим значения N_i и M_i в таблице 2.3 и определим значение суммарного показателя технологичности $K_{\text{тех.}}$.

Таблица 3 – Показатели технологичности конструкции

№№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя	Уровень техноло- гичности	Удельный вес показателя
1	Габаритные размеры, м двухмерный узел	Максимальный размер до 2 м	0,8	0,5
2	Форма обводов	Плоская	1,0	1,0
3	Форма контура	Криволинейная	1,0	0,2
4	Уровень кривизны	Плоская	1,0	0,4
5	Допуск на аэродинамический контур	Нет	1,0	1,0
6	Выход на обвод	Не выходит	1,0	0,8
7	Расположение элементов каркаса	Двухстороннее	0,8	0,7
8	Наличие узлов стыка	Есть	1,0	0,8

Продолжение таблицы 3

9	Уровень панелирования	Панели отсутствуют	0	0,8
10	Наличие проемов и лючков	Отсутствует	0,8	0,5
11	Конфигурация сечения деталей узла	Открытая	1,0	0,6
12	Количество разнородных материалов деталей	1	0,9	0,6
13	Обрабатываемость материалов	Дюралюминиевый сплав	0,95	0,5
14	Уровень стандартизации (без крепежа)	Стандартные детали присутствуют	0,0	0,5
15	Уровень повторяемости	<u>количество повт. деталей</u> общее колич. деталей	0	0,5
16	Расположение точек силового замыкания	Продольное	1,0	0,7
17	Конфигурация швов	Прямолинейные	1,0	0,8
18	Шаг точек силового замыкания	Непостоянный	1,0	0,8
19	Вид соединений	Заклепочные	1,0	0,9
20	Количество типоразмеров крепежа	2	0,9	0,9
21	Подходы к точкам силового замыкания	Двухсторонний	1,0	1,0
22	Уровень механизации выполнения соединений	<u>количество мех. соедин.</u> общее колич. соединений	1,0	0,8
23	Уровень автоматизации выполнения соединений	<u>количество авт. соедин.</u> общее колич. соединений	0,0	0,8
24	Герметизация швов	Нет	1,0	0,9

Исходя из таблицы 2, значение $K_{\text{тех.}} = 13.85$.

Оценка суммарного уровня технологичности конструкции шпангоута в хвостовой части приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Оценка уровня технологичности

Значение $K_{\text{тех.}}$	Оценка уровня технологичности
Более 15	Высокая технологичность
10... 15	Технологичная
8... 10	Низкая технологичность
Менее 8	Не технологичная

Таким образом, шпангоут признается технологичным узлом.

Вывод: на основании описания узла можно сделать вывод: узел имеет простую плоскую конструкцию с прямолинейными поверхностями, при этом

					КП.24.02.01.1_1__01.ПЗ	Лист 24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

необходимо обеспечить высокую точность сборки узла, что требует применения сборочного приспособления. Так как все соединения в узле имеют хороший подход к соединению, необходимо применять прессовую клепку, тем самым сокращая объем ручной работы.

2 Технологическая часть

2.1 Обоснование проектируемого технологического процесса сборки

Исходными данными для выбора и проектирования технологического процесса являются:

- сборочный чертеж шпангоута;
- технические условия на сборку узла;
- описание конструкции узла;
- анализ заводского технологического процесса сборки.

Для разработки технологического процесса сборки необходимо:

- выбрать метод сборки;
- выбрать метод базирования деталей при сборке;
- определить схему сборки узла;
- определить технические условия поставки деталей на сборку;
- разработать технологический процесс сборки.

Сборку шпангоута можно разбить на следующие операции:

- предварительная сборка шпангоута;
- герметизация;
- клепка шпангоута.

Для сокращения цикла сборки в технологический процесс введены СО для установки уголка и компенсатора на арку, а так же НО в этих деталях для сверления отверстий под болты и заклепки. Это позволило значительно улучшить качество выполнения заклепочных соединений, уменьшить трудоемкость сборочного цикла.

Метод сборки характеризует, как базируются и с помощью каких средств устанавливаются и закрепляются детали друг относительно друга в целях обеспечения их правильного и точного взаимоположения при сборке.

В силу специфических особенностей конструкций составных частей планера самолета в основу классификации методов сборки в самолетостроении принят принцип использования поверхностей базирования.

Принимая принцип использования поверхностей базирования в качестве отличительной особенности сборочного процесса в самолетостроении, различают следующие основные методы сборки:

- метод сборки по разметке;
- метод сборки с базированием по СО;
- сборка в приспособлении с базированием по:
 - поверхности каркаса;
 - наружной поверхности обшивки;
 - внутренней поверхности обшивки;
- КФО, БО, ОСБ.

При выборе метода сборки и разработке схемы базирования необходимо учесть, что основным фактором, влияющим на выбор того или иного метода сборки, является необходимая точность.

					КП.24.02.01.1_1_.01.ПЗ	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

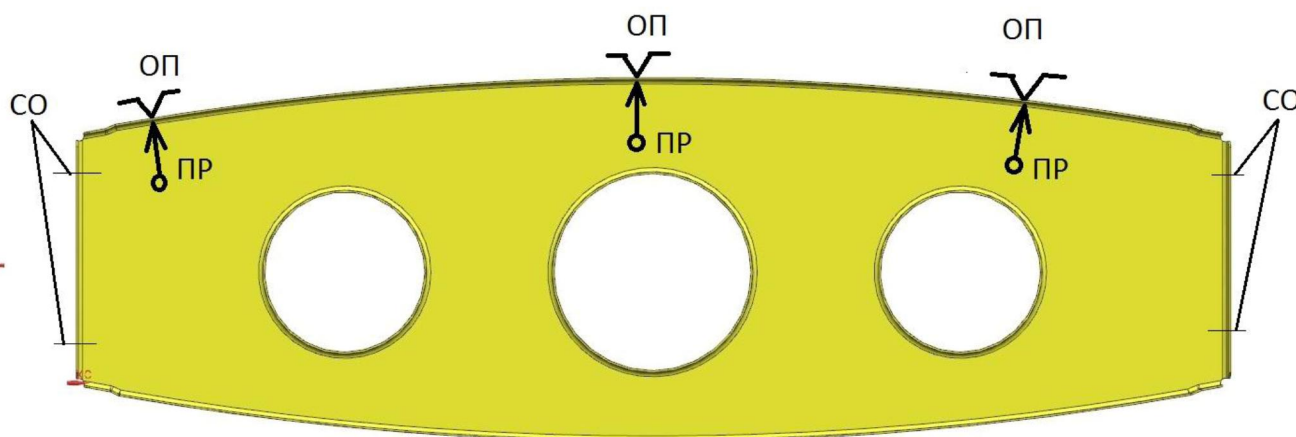
Как правило, тот или иной метод сборки в чистом виде не применяется и на практике используется комбинации различных методов. Однако основным методом сборки принимается тот, с помощью которого обеспечивается точность замыкающего размера. В рассматриваемом случае – метод сборки с базированием по поверхности каркаса.

2.2 Выбор метода базирования

Определим состав баз для базирования деталей, разбив их на группы по выбранному методу базирования.

Таблица 5 – Выбор состава баз для сборки буля в приспособлении.

№	Наименование детали	Обознач. детали	Выбранный метод базирования
1	Диафрагмы	дет.1, 2	По рубильникам и упорам приспособления
2	Стяжка	дет.3	По СО с диафрагмой 2
3	Профиль	дет.4,5,7	По рубильникам и упорам приспособления
4	Профиль	дет. 6	По СО с диафрагмой 1
5	Фитинг	дет. 8,9,11,12, 13	По рубильникам и упорам приспособления
6	Штуцер	дет.10	По БО приспособления



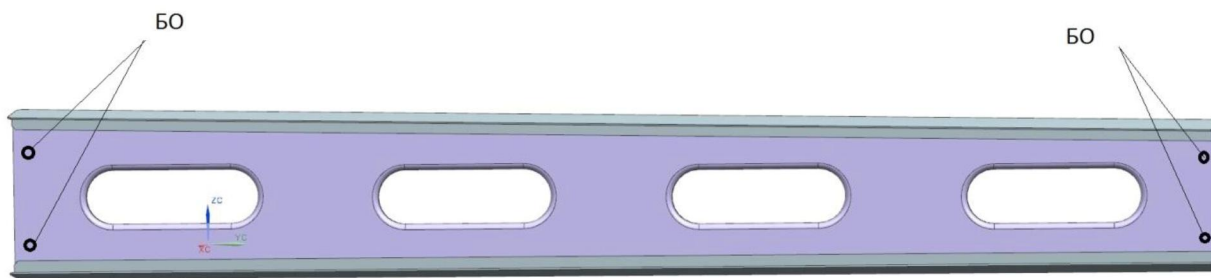


СХЕМА БАЗИРОВАНИЯ

2.4 Разработка схемы сборки

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

Основу схемы сборки составляет графы сопряжений деталей узла, определяющий возможные комбинации и порядок установки деталей.

На основе схем базирования составляется схема сборки:

1. Подготовка приспособления к работе.
2. Установка диафрагм 1, 2 в приспособление по рубильникам и упорам, крепление прижимами.
3. Установка профилей 4,5,7 в приспособление по рубильникам и упорам, крепление прижимами.
4. Установка профиля 6 на диафрагму 1 по СО, крепление тех. болтами.
5. Установка стяжки 3 на диафрагму 2 по СО, крепление тех. болтами.
6. Установка фитингов 8,9,11,12,13 в приспособление по рубильникам и упорам, крепление прижимами.
7. Установка штуцера 10 на диафрагму 1 по БО приспособления, крепление фиксатором БО.
8. Сверление дрелью пневматической ПД отверстий в двойных пакетах деталей по НО в профилях, стяжке, фитингах и штуцере под заклепки.
9. Разметка осей отверстий в тройных пакетах.
10. Сверление дрелью пневматической ПД отверстий в тройных пакетах.
11. Очистка деталей от стружки.
12. Контроль БТК.
13. Герметизация.
13. Установка деталей в приспособление.
14. Выемка узла из приспособления, клепка на прессе КП-204М.
15. Контроль БТК.

На основании описания схемы сборки составим графическое представление схемы сборки, которое изображено на рисунке 2.

Обозначения, принятые при разработке схемы сборки, приведены в таблице 6.

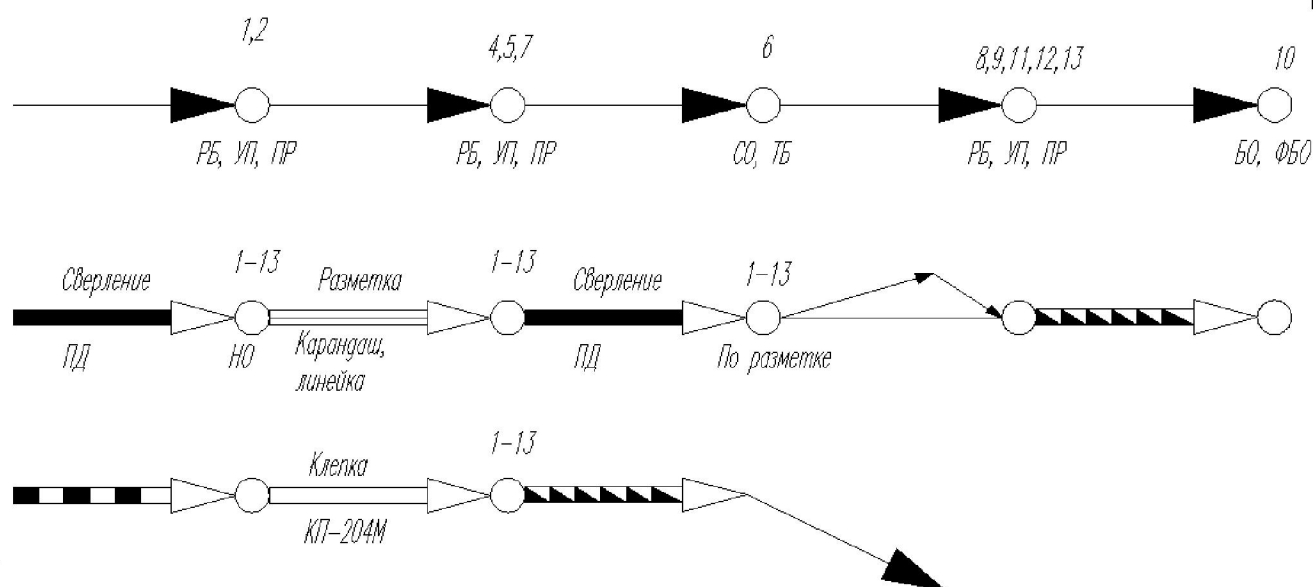


Рисунок 2 – Схема сборки шпангоута №20 самолета Як-130

Таблица 6 – Условные обозначения для схемы сборки

	Наименование операции	Обозначение
1	Установка деталей, узлов в сборочное положение	
2	Установка или снятие элемента оснастки (оборудование)	
3	Сверление отверстий	
4	Фиксация деталей, сжатие пакета	
5	Соединение пакета (клепка, сварка и т.п.)	
6	Механическая обработка поверхностей и отверстий (обрезка припуска и т.п.)	
7	Герметизация швов	
8	Снятие (установка) узла для герметизации очистка швов, снятие заусенец и т.п.	
9	Нанесение разметки	
10	Контроль швов	
11	Контроль точности контура	

2.5 Выбор метода обеспечения взаимозаменяемости

Отличительной особенностью производства самолетов является использование при изготовлении большинства деталей и объектов сборки плазово- шаблонного метода воспроизводства размеров и форм изделий.

Этот метод основан на принципе зависимого (связного) изготовления изделий, при котором перенос форм и размеров с конструкторского чертежа на готовые детали и изделия осуществляется с помощью специальных носителей. При этом размеры и формы носителей (как натуральных

первоисточников) переносят на рабочую оснастку и далее на изделия различными способами копирования. Каждый этап переноса размера или формы сопровождается образованием некоторой погрешности первоначальных размеров и форм. Накопление погрешностей в результате их сложения или вычитания (компенсации) дает, в конечном счете, результирующий размер или окончательную форму изделия.

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

- собственно плазово-шаблонный (ПШМ), где в качестве основных средств используются шаблоны, полученные по теоретическим и конструкторским плазам;

- эталонно-шаблонный (ЭШМ), построенный на использовании специальных объемных носителей форм и размеров – эталонов и контрэталонов, макетов и контрмакетов;

- т.н. бесконтактный метод, построенный на широком применении ЭВМ для задания и обработки первичной исходной информации и создании математической модели (ММ) объекта производства, а так же использовании оборудования с ЧПУ для изготовления как оснастки, так и деталей самолета.

В чистом виде ни один из указанных методов не применяется и, как правило, используются все три метода увязки, но с преобладанием одного над другими.

В данном случае при разработке метода увязки преобладающим был выбран плазово-шаблонный метод. Хотя этот метод является на сегодня менее эффективным по сравнению с бесконтактным методом увязки, но в силу ряда причин (например, необходимость контрольной оснастки на всех этапах производства) его применение считается обоснованным. Однако элементы бесконтактного метода присутствуют в разрабатываемом методе увязки.

Схема увязки и обеспечения взаимозаменяемости представлена на рисунке 3.

Перечень технологической и контрольной оснастки для изготовления деталей в ЗШП представлен в таблице 7. Перечень технологической и контрольной оснастки для изготовления сборочного приспособления представлен в таблице 8.

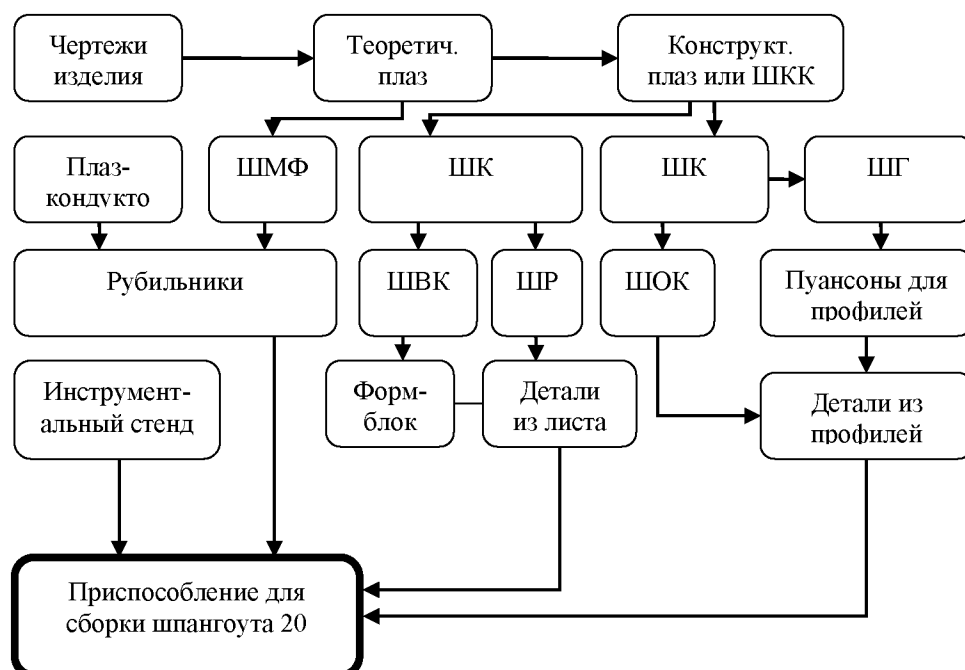


Рисунок 2 – Схема увязки и обеспечения взаимозаменяемости шпангоута №20 самолета Як-130

Таблица 7 – Перечень технологической и контрольной оснастки для изготовления деталей в ЗПП

Наименование детали	Метод изготовления	Технологическая оснастка	Шаблоны для контура	Шаблоны для отверстий
Диафрагмы	Штамповка	Штамп	ШК, ШКС	ШОК
Стяжка	Гибка-формовка	Формблок	ШК, ШР	ШОК
Профили	Гибка	Оправка для гибки	ШК, ШГ	ШОК
Фитинги	Фрезерование	УП	ШК	ШОК

Таблица 8 – Перечень технологической и контрольной оснастки для изготовления сборочной оснастки

Элементы сборочного приспособления	Метод образования контура	Источник информации о контуре	Оборудование и оснастки	Контрольная оснастка
Рубильники	Механообработка: фрезерование и ручная доводка; автоматическая обработка на станках с ЧПУ.	ШП ШФМ ММ	ПК Фрезерный станок, Станок с ЧПУ	ШП ШП КИМ
Фиксаторы	Сверление отверстий Фрезерование плоскостей	Калибр стыка Эталон	ИС Фрезерного станка	Эталон

2.6 Технические условия на поставку деталей для сборки

В ходе всех работ по увязке деталей, входящих в узел, определению сборочных баз, составлению схемы сборки и, наконец, определению основных этапов технологического процесса, определяется внешний облик деталей на момент поступления их на сборку. Определяется количество и расположение сборочных отверстий, наличие и величины технологических припусков и т. д. Эта информация, а также комплектность поставки отражается в технических условиях (ТУ) на поставку деталей на сборку.

Разработанные технические условия на поставку деталей на сборку узла сведены в таблицу 9.

Таблица 9 – Технические условия на поставку деталей на сборку узла

Наименование детали	Степень законченности
Диафрагмы	По 2 СО Ø3.1 для сборки с профилями и стяжкой
Стяжка	4 СО Ø3.1 для сборки с диафрагмой, НО Ø2.7 под заклепки
Профили	по 2 СО Ø3.1 для сборки с диафрагмами, НО Ø2.7 под заклепки
Фитинги	НО Ø2.7 под заклепки
Штуцер	БО для фиксации в приспособлении, НО Ø2.7 под заклепки

Вывод: В процессе разработки технологической части курсового проекта проведен анализ заводского технологического процесса сборки шпангоута, в ходе которого были выявлены недостатки, при проектировании нового технологического процесса эти недостатки были устранены. Для проектируемого технологического процесса сборки выбран метод базирования для всех элементов узла, разработана схема сборки с описанием, составлена схема увязки и обеспечения взаимозаменяемости. Определены технические условия на поставку деталей для сборки.

3 Оснастка, оборудование, инструмент

3.1 Технические условия на проектирование приспособления

Технические условия (ТУ) на проектирование приспособления являются наряду с чертежами приспособления основными документами для выполнения конструкторских работ по проектированию сборочной оснастки.

ТУ разрабатывается технологом и содержит следующую информацию:

- основные сборочные базы и фиксируемые элементы собираемого узла;
- сопрягаемые элементы собираемого изделия;
- технические средства монтажа и контроля сборки;
- положение собираемого изделия в приспособлении;
- направление и средства выемки готового изделия из приспособления.

Исходя из чертежей собираемого узла, технических условий на сборку и выбранного метода сборки разрабатываем ТУ на проектирование приспособления для сборки шпангоута 20.

1. Приспособление рамного типа. Высота рабочей зоны от уровня пола 1450 мм. Положение узла – вертикально.
2. Приспособление должно иметь:
 - Рубильники с упорами и прижимами для фиксации деталей;
 - фиксатор БО для штуцера за отверстие Ø9,5H9.
3. Монтаж приспособления производить по КЭМ шпангоута 20.
4. Обеспечить возможность выемки собранного узла вперед и вправо, по направлению полета.

3.2 Описание конструкции сборочного приспособления

Приспособление предназначено для сборки шпангоута №208 самолета Як-130. Конструкция приспособления рамного типа. Собираемый узел находится в нем в вертикальном положении, соответствующем направлению полета вперед. Высота рабочей зоны от уровня пола цеха 1450 мм. Выемка готового изделия производится вперед и вправо.

Рама представляет собой замкнутую прямоугольную конструкцию, сваренную из швеллера 10. На раму приварены плиты, образующие базовую плоскость (плоскость плит выполнена с допуском ± 0.1 на плоскостность путем фрезерной обработки на строгально-фрезерном станке). В этой плите по УП вскрыты базовые отверстия для установки кронштейнов рубильников.

Кроме того, на плиту также смонтирован выдвижной фиксатор штуцера Ø9,5H9/f9.

Для улучшения прочностных характеристик и снятия остаточных напряжений после сварки рама подвергается термообработке – нормализации.

Материал всех деталей рамы приспособления – сталь 3.

На пол цеха приспособление устанавливается на 2 специальные опоры, изготовленные методом литья из стали 35Л.

					КП.24.02.01.1_1_.01.ПЗ	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Все фиксирующие стальные элементы приспособления имеют защитное покрытие – химическое фосфатирование. Кроме того, все нерабочие поверхности приспособления окрашены в светло-голубой цвет. Рубильники изготовлены из алюминиевого сплава Д16АТ.

3.3 Расчет допустимых нагружений и деформаций элементов сборочного приспособления

При прочностных расчетах требуется определить жесткость элементов конструкции, гарантирующую их деформации не выше допустимых, и прочность элементов крепления несущей системы приспособления. Таким образом, расчету подлежат каркасы СП.

С точки зрения строительной механики каркасы СП являются пространственными, многократно статически неопределимыми системами, распределение усилий в которых зависит как от внешних нагрузок, так и от жесткости составляющих элементов.

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

Исходные данные для расчета:

Допустимое значение прогиба $f_{don}=0,1\text{мм}$;

Исходное сечение балки из швеллера 10;

Длина расчетной балки 1000мм;

Масса узла $m=6,0\text{ кг}$;

Масса рубильников, действующих на балку $m=4\text{ кг}$.

Расчетная схема для определения прогиба балки представлена на рисунке 4.

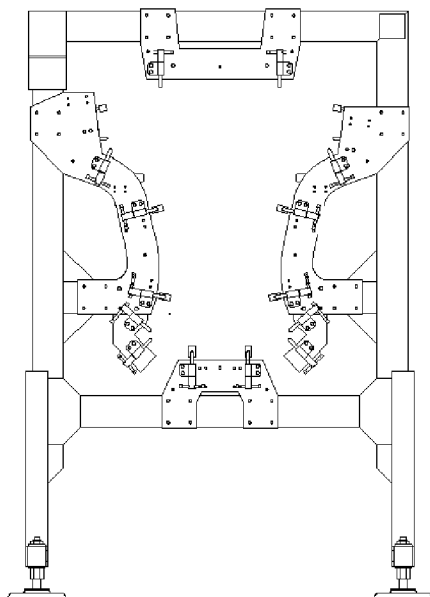


Рисунок 3 – Общий вид приспособления и расчетная схема нагружения

Величина прогиба балки при данном виде нагружения будет рассчитываться по формуле:

					КП.24.02.01.1_1_.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

$$f = A \frac{P \cdot l^3}{EJ} \quad (2)$$

Где:

A - коэффициент, учитывающий характер распределения нагрузки вид опор;

P - величина нагрузки, Н;

l - длина балки между опорами в см (м);

E - модуль упругости первого рода в Н/см² (МПа);

J - момент инерции сечения балки относительно оси Х-Х в см⁴;

EJ - жесткость профиля, Н×см² (Н×м²). Для балки $EJ=0,1 \times 10^7$ Н×м²

Величина нагрузки, действующей на балку:

$$P = (6,0 + 4) \cdot 10 = 100 \text{ Н}$$

Определим величину прогиба балки:

$$f = 0,625 \frac{100 \cdot 1,0^3}{0,1 \cdot 10^7} = 0,0000625 \text{ мм}$$

Величина расчетного прогиба балки под воздействием нагрузки $f=0,0000625$ мм не превышает допустимое значение прогиба $f_{дон}=0,1$ мм, следовательно, сечение балки подобрано оптимально.

3.4 Расчет точности сборки

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

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

В расчете ожидаемой точности сборки будут использованы следующие формулы:

$$\Delta_{\Sigma} = \sum \xi_i (\Delta_i + \alpha_i \delta_i); \quad (2)$$

$$\delta_{\Sigma} = \sqrt{\xi_i^2 K_i^2 \delta_i^2} \quad (3)$$

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

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

Δ_i - координата середины поля допуска составляющего звена размерной цепи;

δ_{Σ} - половина поля допуска замыкающего звена;

δ_i - половина поля допуска составляющего звена;

α_i - коэффициент относительной асимметрии распределения погрешностей составляющего звена;

K_i - коэффициент относительного рассеивания погрешностей составляющего звена.

$$\Delta_i = (BO + HO)/2; \quad (4)$$

$$\delta_i = (BO - HO)/2. \quad (5)$$

где ВО – верхнее отклонение; НО – нижнее отклонение.

Для принятого для сборки узла эталонно-шаблонного метода увязки оснастки структурная схема выглядит:

ТП→КП→ШКС→КШКС→ЭП→КЭ→МЭ→СП
ШК→деталь (диафрагма)

где этапы ТП→КП→ШКС→КШКС→ЭП→КЭ являются связанными для разных элементов.



Значения коэффициентов и расчет ожидаемой точности сборочного приспособления приведен в таблице 10.

Таблица 10 - Значения коэффициентов и расчет

Этапы переноса размеров	Δ_i	ξ_i	δ_i	α_i	$\alpha_i \delta_i$	K_i	$\xi_i^2 K_i^2 \delta_i^2$
ТП→КП	-0,05	1	0,05	0	0	1	0,0025
КП→ШКС	-0,1	1	0,1	0,5	0,05	1,4	0,0196
ШКС→КШКС	0,1	1	0,1	0,5	0,05	1,4	0,0196
КШКС→ЭП	-0,1	1	0,1	0,5	0,05	1,4	0,0196
ЭП→КЭ	0,05	1	0,05	0	0	1	0,0025
КЭ→МЭ	-0,05	1	0,05	0	0	1	0,0025
МЭ→СП	0	1	0,2	0	0	1	0,04
$\Delta_{\Sigma} = \sum \xi_i (\Delta_i + \alpha_i \delta_i) = 0$				$\delta_{\Sigma} = \pm \sqrt{\sum \xi_i^2 K_i^2 \delta_i^2} = \pm 0,326$			

Точность изготовления сборочного приспособления $\Delta_{СП}$ [1] равна:

$$\Delta_{СП} = \Delta_{\Sigma} \pm \delta_{\Sigma} = 0 \pm 0,326 = \pm 0,326 \text{ мм.}$$

Погрешность не прилегания диафрагмы к базовым поверхностям сборочного приспособления суммируется из погрешности сборочного приспособления и погрешности изготовления деталей каркаса (таблица 11).

Таблица 11 - коэффициентов и расчет

Этапы переноса размеров	Δ_i	ξ_i	δ_i	α_i	$\alpha_i \delta_i$	K_i	$\xi_i^2 K_i^2 \delta_i^2$
ТП→КП	-0,05	1	0,05	0	0	1	0,0025
КП→ШКС	-0,1	1	0,1	0,5	0	1,4	0,0196
ШКС→КШКС	0,1	1	0,1	0,5	0	1,4	0,0196
КШКС→ЭП	-0,1	1	0,1	0,5	0	1,4	0,0196
ЭП→КЭ	0,05	1	0,05	0	0	1	0,0025
КЭ→ШК	-0,05	1	0,05	0	0	1	0,0025
ШК→диафрагма	0,25	1	0,25	0,2	0	1,2	0,09
$\Delta_{\Sigma} = \sum \xi_i (\Delta_i + \alpha_i \delta_i) = 0,3$				$\delta_{\Sigma} = \pm \sqrt{\xi_i^2 K_i^2 \delta_i^2} = \pm 0,395$			

Точность изготовления диафрагмы $\Delta_{\text{диа}}$ (1) равна:

$$\Delta_{\text{диа}} = \Delta_{\Sigma} \pm \delta_{\Sigma} = 0,3 \pm 0,395 = +0,695; -0,095 \text{ мм.}$$

Далее рассчитаем погрешность увязки контуров приспособления и диафрагмы, для чего возьмем все несвязанные этапы по структурной схеме. Координата середины поля погрешности увязки контуров элементов по формуле (2) будет:

$$\Delta_{\text{кон(пр-диа)}} = -0,05 + 0 + (-0,05) + 0,3 = 0,2 \text{ мм}$$

а половина поля погрешности увязки контуров по формуле (3) составит :

$$\delta_{\text{кон(пр-диа)}} = \pm \sqrt{0,0025 + 0,04 + 0,0025 + 0,09} = \pm 0,367$$

Тогда, погрешность увязки контуров приспособления и арок будет равна:

$$C_{\text{кон(пр-диа)}} = 0,2 \pm 0,367 = +0,567; -0,167 \text{ мм}$$

Вывод: результаты, полученные при расчете ожидаемой точности, удовлетворяют техническим условиям на сборку $\pm 1,0$ мм. Допуск на аэродинамический обвод больше полученного при расчете ожидаемой точности сборки.

4 Заключение

В результате выполнения курсового проекта на тему «Шпангоут №20 самолета Як-130» были определены конструктивно-технологические характеристики сборочного узла, выполнен анализ технических требований на сборку узла, проведен анализ технологичности конструкции. В технологической части курсового проекта выполнен анализ заводского технологического процесса сборки и выявлены его недостатки, обоснован проектируемый технологический процесс сборки, на который определены методы базирования и разработана схема сборки узла, составлена схема увязки и обеспечения взаимозаменяемости.

В рамках курсового проекта выполнен чертеж сборочного приспособления для сборки шпангоута, проведены расчеты нагрузжений и деформаций элементов сборочного приспособления, выполнен расчет точности сборки узла. Результаты, полученные при расчете ожидаемой точности, удовлетворяют техническим условиям на сборку узла $\pm 1,0$ мм. Допуск на аэродинамический обвод больше полученного при расчете ожидаемой точности сборки.

					КП.24.02.01.1_1_.01.ПЗ	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Список использованных источников

1. МДК.02.04 Разработка рабочего проекта с применением ИКТ. «Методические указания по выполнению курсового проекта». Составил Задорожный В.К. – Иркутск. 2015. – 40 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.