**Введение**

В данной работе рассматривается легкий многоцелевой самолет М 101 Т «Гжель». Он разработан ЭМЗ имени В.М. Мясищева и рассчитан на 7 пассажиров, может быть использован в качестве бизнес-самолета, а также предназначен для деловых полетов, пассажирских и грузовых перевозок на мало загруженных авиалиниях, оказания экстренной медицинской помощи и других авиа работ. Самолет незаменим в качестве: транспортного средства региона и различного вида мониторинга, средства перевозки пассажиров и грузов, средства оказания экстренной медицинской помощи, воздушного средства для туризма. Герметический салон и большая высота полета позволяют создать пассажирам весьма комфортабельные условия. М-101 до настоящего времени остается единственным российским деловым самолетом с гермокабиной и ТВД.

Для более полного представления самолета в таблице 1 приведены его характеристики.

Таблица 1 – Основные характеристики самолета Гжель

|  |  |
| --- | --- |
| Экипаж | 1–2 чел. |
| Макс. число пассажиров | 7 чел. |
| Макс. Взлетная масса | 3270 кг |
| Макс. посадочная масса | 3160 кг |
| Масса пустого самолета | 2190 кг |
| Макс. масса топлива | 450 кг |
| Макс. масса коммерческой нагрузки | 540 кг |
| Макс. масса груза в багажнике | 65 кг |
| Двигатель | ТВД M-601F-22 (32) фирмы Walter |
| Высота крейсерского полета | 7600 м |
| Крейсерская скорость на высоте 7600 | 300–340 км/ч |
| Дальность полета с макс. заправкой топлива на высоте 7600 м с крейсерской скоростью 340 км/час | 1100 км |
| Длина разбега на твердой сухой грунтовой ВПП при стандартных атмосферных условиях | 590 м |
| Длина пробега на грунтовой ВПП при стандартных атмосферных условиях | 470 м |
| Геометрические размеры самолета:длинавысотаразмах крыла | 10,152 м3,397 м13,00 м |

Самолет имеет цельнометаллическую конструкцию из алюминиевых сплавов. Крыло большого удлинения кессонной конструкции – топливо размещается в баках, образованных двумя лонжеронами, нервюрами и обшивкой крыла. В особо ответственных местах конструкции планера применяются сталь и титановые сплавы. Выполнение салона герметичным и большая высота полета позволяют создать на самолете весьма комфортабельные условия.

Низкоплан нормальной схемы. Шасси трехопорное с носовым колесом обеспечивает эксплуатацию самолета с грунтовых аэродромов. Возможна установка поплавкового или лыжного шасси. Ресурс планера 10000 ч. Самолет оснащается сдвоенным управлением, что позволяет использовать его в учебно-тренировочном варианте. Две двери: передняя пилотская и основная грузопассажирская, имеющая размер 1,15 х 1,23 м позволяют быстро конвертировать самолет в различные варианты применения, обеспечивая широкий круг функциональных возможностей нового самолета бизнес-класса. Пассажирский салон самолета М-101Т «Гжель» и кабина экипажа представляют

собой единый отсек, снабженный современной системой кондиционирования, обеспечивающий высокий уровень комфорта. Сдвоенная система управления существенно расширяет эксплуатационный диапазон нового воздушного судна, при этом кресло второго пилота легко переоборудуется в пассажирское место. Фюзеляж стрингерный. Горизонтальное и вертикальное оперение выполнено по нормальной схеме.

Стабилизатор состоит из двух лонжеронов, стрингеров, нервюр и двух накладок. Накладки крепятся болтовыми соединениями. К стабилизатору крепятся рули высоты с триммерами, между первым и вторым лонжеронами находятся четыре стрингера. Также по одному лючку на каждой консоли стабилизатора для доступа качалки системы управления триммерами.

Носок стабилизатора изготовлен из Д16 ч. Он предназначен как конструктивный элемент, создающий часть профиля стабилизатора. Носок стабилизатора должен обладать достаточной прочностью и жесткостью, так как он испытывает действие лобового сопротивления от набегающего потока. Носок выполняется с высокой точностью геометрических размеров и высоким качеством поверхности, из-за того что на нем зарождается аэродинамическое обтекание всего стабилизатора.

**1. Обоснование технических решений**

* 1. **Техническое описание сборочной единицы**

Носок стабилизатора предназначен как конструктивный элемент создающий переднюю часть профиля стабилизатора. Главное его назначение это зарождение аэродинамического обтекания

Рабочей средой носка является воздушная среда. Он воспринимает на себя лобовое сопротивление, подъемную силу, а также температурные нагрузки из-за торможения потока на передней кромке или отрицательных температур. А также вибрационные нагрузки, крутящие и изгибающие моменты.

Агрегат состоит из двух нижних и одной верхней обшивки, имеющих одинарную кривизну, выполненных из материала Д16чАТВ. Диафрагмы носка являются «каркасом», имеют малую жесткость и сплошную форму, их нее положение влияет на контур носка. Все диафрагмы выполнены из Д16чАМ. Лобик выполнен из Д16чАТВ и имеет двойную кривизну. Носок также состоит из прокладки, законцовки и лючка.

В таблице 1.1 приведен состав материала Д16 ч, из которого выполнены все детали носка стабилизатора.

Таблица 1.1 – Химический состав материала Д16 ч

|  |  |
| --- | --- |
| Материал | Содержание (%) |
| Al | 91,25 |
| Fe | 0,3 |
| Si | 0,2 |
| Mg | 1,8 |
| Mn | 0,9 |
| Cu | 4,9 |
| Ti | 0,15 |
| Cr | 0,1 |
| Zn | 0,25 |
| примеси | 0,15 |

Алюминий занимает первое место по совокупности легкости, коррозионной стойкости и дешевизне при достаточной прочности для деталей агрегата. Поэтому все детали изготовлены из Д16 ч. В таблице 1.2 приведены подробные свойства этого материала.

Таблица 1.2 – Физические свойства Д16 ч

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Свойство | Значение | Единица измерения |
| Плотность | 2,85\*10-3 | кгс/см2 |
| Прочность | 440 | МПа |
| Модуль упругости | 7,5\*105 | кгс/см2 |
| Рабочая температура | 200 | оС |
| Обработка резанием | удовлетворительная |  |
| Коррозионная стойкость | Малая |  |

При сборке носка стабилизатора применяется двухсторонняя клепка впотай, так как агрегату требуются высокие аэродинамические свойства, следовательно высокая чистота наружной поверхности.

* 1. **Технические условия на сборку**

На виде сверху носок стабилизатора имеет трапециевидную форму, в сечение же он представляет собой параболическую форму. На геометрическую форму изделия влияет положение диафрагм, обшивок и лобика, они должны иметь строгое сочетание по контуру и подсечкам по всей длине детали. Возможное отклонение от теоретического контура не должно превышать ± 0,7 мм, так как изделие имеет прямое отношение к аэродинамическим обводам.

Сборочная единица стыкуется с лонжероном стабилизатора с помощью винтов. Стыковые узлы отсутствуют.

Рабочей поверхностью агрегата является лобик, верхняя и нижние обшивки. Требования к качеству их поверхности очень высокие, так как они непосредственно влияют на аэродинамическое обтекание.

В изделии к клепаному шву предъявляются следующие требования:

На заклепках и деталях должны отсутствовать механические повреждения;

Потайная головка не должна западать;

Утяжка и провал обшивки не должны превышать 0,2 мм;

Между деталями не должно быть зазора;

Размер замыкающей головки должен соответствовать норме:

D = 1,5d ± 0,1d

H = 0,4d

Расположение заклепок в шве, его прямолинейность, ширина перемычек, шаг должны лежать в пределах допуска по чертежу.

Носок стабилизатора не выполняет никаких дополнительных функций.

* 1. **Оценка технологичности сборочной единицы и её деталей**

В конструкции носка стабилизатора присутствуют детали двойной кривизны (лобик), что значительно усложняет ЗШО и сборочную оснастку.

Отсутствие подсборок не позволяет применить параллельную сборку и сократить цикл сборки.

В конструкции агрегата все детали изготовлены из листа стандартной толщины 0,6 и 0,8 мм. Поэтому Кст высокий, следовательно снижаются затраты на изготовление специальных деталей.

Кст = 20/20 = 1

Конструкция деталей носка стабилизатора унифицирована, применяются заклепки диаметром 3 мм, что приводит к применению минимального количества применяемого инструмента.

Кун = 1 – 9/20 = 0,55

Весь агрегат выполнен из Д16 ч, который достаточно технологичен. Это сокращает время на обработку и сборку, что снижает затраты.

Коэффициент механизации достаточно низкий, так как только ряд заклепок клепается прессовой клепкой, прессовая клепка высоко производительная и значительно снижает себестоимость изделия.

Кмех = 212/570 = 0,37

К сборочной единице предъявляются высокие требования к качеству поверхности после клепки, высокие требования к форме и обводам носка, его размерам; а также плотности прилегания деталей по контуру, обеспечению подгонки деталей без зазоров в зонах стыка. Все эти требования значительно увеличивают затраты на производство.

Конструкция носка стабилизатора в целом технологична, так как имеет малый расход материала, высокий Кст и приемлемый Кмех. Мало применяется режущего инструмента. Но агрегат имеет повышенную сложность качественной сборки носка с высокими требованиями по форме и обводам.

**2. Обоснование технологических решений**

**2.1 Составление схемы членения сборочной единицы**

Чтобы получить информацию о взаимном расположении деталей и подсборок носка на рисунке 2.1 приведена его технологическая схема членения в виде блок-схемы.

Носок стабилизатора

Обшивка верхняя

Крышка люка

Лобик

Прокладка

Диафрагмы

Законцовка

Полуобшивки нижние

Рисунок 2.1 – Технологическая схема членения

Для более полного представления о взаимном расположении и соединении деталей между собой на рисунке 2.2 представлен граф сопряжений.

*а1Л –* лобик

*а1В –* верхняя обшивка

*а1нп* – полуобшивка нижняя правая

*а1нл* – полуобшивка нижняя правая

*а4* – диафрагмы

*а3П* – прокладка

*а1З* – заканцовка

*а3К* – крышка люка

Рисунок 2.2 – Граф сопряжений

* 1. **Обоснование и составление схемы обеспечения взаимозаменяемости сборочной единицы и ее деталей**

Для обеспечения точности сборочной единицы необходимо увязать (привести в соответствие) размеры заготовительно-штамповочной оснастки для изготовления детали с размерами сборочного приспособления. Для этого при переносе размеров используют жесткие, не изменяющие форму средства, а не мерительный инструмент, так как большинство деталей не жесткие и имеют сплошную форму. При этом методе в начале по чертежу в масштабе 1:1 изготавливается первоисточник увязки, а все остальные средства переноса изготавливаются по нему методом копирования.

В качестве первоисточника для носка стабилизатора используют шаблон ОК, по которому изготавливаются остальные шаблоны для заготовительно-штамповочной оснастки и сборочного приспособления.

Схема обеспечения взаимозаменяемости выполнена в виде блок-схемы (Рисунок 2.3), на которой подробно указан состав и взаимосвязь контрольной оснастки, необходимой для обеспечения точности размеров и форм собираемого изделия.

* 1. **Обоснование и выбор метода сборки**

Носок стабилизатора имеет прямое отношение к аэродинамическим обводам, что обязывает выполнять сборку с высокой точностью

В конструкции стыковые узлы отсутствуют.

Жесткость элементов конструкции малая. Все детали выполнены из листового материала.

Верхняя и нижние обшивки имеют одинарную кривизну, а лобик в свою очередь двойную кривизну.

Поперечный внутренний набор состоит из диафрагм. Они являются каркасом носка, имеют малую жесткость и сплошную форму, положение которых влияет на контур агрегата.

Компенсаторы в конструкции отсутствуют.

На основании выше изложенных характеристик сборка будет производиться в сборочном приспособлении с базой на наружную поверхность обшивки. В качестве баз для основных деталей будут применятся:

Диафрагмы – сборочные отверстия и внутренняя поверхность полок и стенки;

Полуобшивки – наружный контур диафрагм, упоры сборочного приспособления;

Лобик – наружный контур диафрагм, подсечка или наружный контур полуобшивок, ложементы сборочного приспособления.

* 1. **Обоснование и разработка схемы сборки**

На рисунке 2.4 изображена схема сборки носка стабилизатора. На ней указана последовательность выполнения сборочных операций, а также сборочные базы, состав сборочной единицы и применяемое оборудование с инструментом.

* 1. **Разработка технических условий поставки деталей на сборку**

Наибольшее влияние на точность изделия оказывают диафрагмы, обшивки и лобик, поэтому к ним предъявляются высокие требования к точности изготовления.

Детали носка стабилизатора изготовлены из материала Д16 ч, а сам носок работает в воздушной среде при средних температурах. Д16 ч подвергается закалке + старение, в связи с этим к нему предъявляются следующие требования по прочности и твердости: В = 41,5 ÷ 43,5 кгс/мм2 и НВ = 1050. Шероховатость механически обрабатываемых поверхностей RZ = 20. Для обеспечения химической стойкости используется покрытие: анодное оксидирование (грунтовка 20 – 0215.400 ОСТ 190055 – 81).

Так как диафрагмы, обшивки и лобик требуют высокой точности изготовления, то предельные отклонения не должны выходить за рамки поля допуска ± 1Т14 / 2, они обязательно контролируются шаблонами. Прокладка, законцовка и лючок изготавливаются в соответствии с чертежом.

Лобик – обработан в размер и имеет направляющие отверстия;

Диафрагмы – обработаны в размер;

Полуобшивки – обработаны в размер, имеют установочные и направляющие отверстия;

Лючок – обработан в размер, имеет направляющие отверстия;

Прокладка – обработана в размер;

Законцовка – обработана в размер и имеет направляющие отверстия.

* 1. **Разработка технологического процесса сборки сборочной единицы**

На основании выбранного метода сборки и с учетом составленной схемы сборки разработан технологический процесс сборки (таблица 2.1), в котором кроме сборочных операций входят операции технического контроля.

Таблица 2.1 – Технологический процесс сборки

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование операции | Инструмент | Тi |
| 1 Установить диафрагмы, прокладку и полуобшивки в сборочное приспособление. Разметить по заклепки крепления. | Фиксаторы сборочного приспособления, карандаш. | н. 2/0 |
| 2 Сверлить и зенковать отверстия под заклепки крепления диафрагм с прокладкой и полуобшивками по направляющим отверстиям в диафрагмах. | Сверлильная машина, сверло, зенковка. | н. 4/0 |
| 3 Клепать диафрагмы, прокладку и полуобшивки. | Пневмомолоток, поддержка. | 5 5/0 |
| 4 Установить лобик. | Фиксаторы, упоры. | 5 0/30 |
| 5 Разметить крепления лобика с диафрагмами, прокладкой, обшивкой верхней. | Линейка, карандаш. | 5 1/0 |
| 6 Сверлить, разделать, зенковать отверстия | Сверлильная машина, | 4 4/0 |
| под заклепки крепления лобика с прокладкой, диафрагмами, обшивкой верхней по направляющим отверстиям в лобике, диафрагмах, обшивке верхней. | сверло, зенковка. |  |
| 7 Клепать лобик. | Пневмомолоток, поддержка. | 5 2/0 |
| 8 Установить законцовку, разметить её положение. | Фиксаторы сборочного приспособления, линейка карандаш. | 4 1/0 |
| 9 Сверлить, зенковать отверстия в законцовке по направляющим отверстиям в прокладке, лобике, полуобшивках и диафрагмах. | Сверлильная машина, сверло, зенковка. | 4 2/0 |
| 10 Клепать законцовку с лобиком, прокладкой, полуобшивками. | Пневмомолоток, |  |
| 11 Установить крышку люка, разметить ее положение. | Линейка, карандаш. | 5 0/30 |
| 12 Сверлить отверстия в прокладке по направляющим отверстиям в крышке люка под болты крепления. | Сверлильная машина, сверло. | 5 0/30 |
| 13 Снять крышку люка. |  | 5 0/15 |
| 14 Установить анкерные гайки. |  | 5 0/30 |
| 15 Сверлить и зенковать отверстия под заклепки крепления анкерных гаек в прокладке. | Сверлильная машина, сверло и зенковка. | 4 5/0 |
| 16 Клепать анкерные гайки. | Пневмомолоток, поддержка. | 5 1/0 |
| 17 Установить крышку люка на технологически винты. | Винты, отвертка | 4 1/0 |
| 18 Вынуть носок стабилизатора из сборочного прписпособления. |  | 0/15 |
| 19 Доклепать в нужных местах. | Пневмомолоток, поддержка. | 4 1/0 |
| 20 Произвести контроль визуальным методом, проверить на комплектность, на соответствие выполненных работ по чертежу (геометрия, форма) |  |  |

* 1. **Выбор методов технического контроля**

Для контроля носка стабилизатора применяется визуальный метод контроля, поверяется сборочный агрегат на комплектность, на соответствие выполненных работ согласно чертежа (геометрии, формы, массы). При контроле производится проверка:

Заклепок и соединяемых деталей на соответствие материала;

Точность разметки – мерительным инструментом;

Размер отверстий – калибр пробкой, штангенциркулем;

Формы и размера гнезда – с помощью стрелочного прибора и контрольной заклепки;

Форму и размеры замыкающих головок – шаблонами;

Плотность прилегания деталей – щупом;

Прямолинейность клепаного шва – линейкой;

Зазоров в стыках деталей – щупом;

Веса – весами;

Качества клепки на отсутствие трещин, свала головок и так далее – щупом, лупой;

Обводы носка стабилизатора проверяют ШК.

* 1. **Нормирование двух операций технологического процесса сборки**

Вначале была пронормирована операция «сверление нижней левой полуобшивки».

Tшт = 0,016 \* 2,70,8 \* 1,80,49 = 0,067

Тi = Tшт \* n \* Кn + 0,04 = 0,067 \* 37 \* 1 + 0,04 = 2,519

Затем была пронормирована операция «клепка нижней левой полуобшивки».

Tшт = Ci \* Еа = 0,0454 \* (1,3 \* 2,6 + 1,8)0,29 \* 1,15 = 0,084

Тi = Tшт \* n \* Кn + 0,04 = 0,084 \* 37 \* 1 + 0,04 = 3,148

**3. Обоснование конструкторских решений**

**3.1 Обоснование конструкции сборочного приспособления и описание его работы**

В состав конструкции сборочного приспособления входят элементы каркаса (п. 1,2) и фиксирующие элементы (п. 3 – 6):

Балка – предназначена для объединения всех элементов сборочного приспособления в единое целое;

Колонны – предназначены для закрепления на них балки;

Ложементы – предназначены для фиксации положения лобика;

Кронштейны – предназначены для установки и перемещения на них ложементов;

Кронштейны – предназначены для точной фиксации положения диафрагм;

Фиксаторы – предназначены для фиксации положения лобика и полуобшивок.

Вначале в приспособление устанавливаются диафрагмы на кронштейны и закрепляются пружинными фиксаторами, что дает абсолютно точное положение, поскольку кронштейны полностью повторяют внутренний контур диафрагм. Потом устанавливаются полуобшивки по упорам сборочного приспособления и прижимаются фиксаторами к диафрагмам на кронштейнах. Лобик устанавливается на диафрагмы и прижимается ложементами. Выемка уже собранного агрегата производится следующим образом: в начале откидываются фиксаторы. Затем убираются ложементы и после этого агрегат без всяких сдвигов свободно вынимается.

**3.2 Монтаж сборочного приспособления**

При монтаже сборочного приспособления применяется метод с применением монтажного эталона.

В начале собирают пространственный каркас из стандартных деталей. В каркас вводят монтажный эталон, ориентируют при помощи оптических средств в сборочное положение и подвешивают. В первую очередь устанавливают реперные площадки сборочного приспособления, по которым монтажный эталон будет выставляться при последующих проверку. Для этого предварительно к реперным площадкам монтажного эталона болтами крепят реперные площадки сборочного приспособления, хвостовики которых попадают в стаканы, приваренные к реперной балке и заливают цементом.

Затем опускают фиксаторы и ложементы, приваривают кронштейны под диафрагмы. Зазоры между ними и плитами заливают корбинольно-цементной массой.

После отвердевания болты реперов отпускают, фиксаторы и ложементы откидывают. Затем вынимают монтажный эталон из сборочного приспособления, которое воспроизводит обводы агрегата по основным сечениям.

**Заключение**

В предоставленном проекте выполнен анализ конструкции и технологических особенностей носка стабилизатора. На основании этого анализа были разработаны требования, предъявляемые к сборочной единице. На основании этих требований был выбран метод сборки в сборочном приспособлении, что потребовало разработки схемы обеспечения взаимозаменяемости и увязки технологических особенностей.

В соответствии с принятой схемой базирования была разработана схема сборки, в которой определилась последовательность подачи деталей с учетом хороших подходов, а также выбран инструмент и оборудование необходимое для быстрого и качественного процесса сборки.

Схема сборки была дополнена контрольными операциями с выбором необходимого оснащения. Часть операций была пронормирована, что позволило разработать полноценный технологический процесс сборки, позволяющий собрать носок стабилизатора со всеми предъявленными к нему требованиями.