



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ _____ Специальное машиностроение _____

КАФЕДРА _____ СМ-12 «Технологии ракетно-космического машиностроения» _____

ОТЧЕТ ПО ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ

Студент _____ Маркина Юлия Александровна _____
фамилия, имя, отчество

Группа _____ СМ1-82 _____

Тип практики _____ Конструкторско-технологическая _____

Название предприятия _____ ПАО «ТУПОЛЕВ» _____

Студент _____ **Маркина Ю.А.** _____
подпись, дата *фамилия, и.о.*

Руководитель практики _____ **Ижутов М.Ю.** _____
подпись, дата *фамилия, и.о.*

Оценка _____

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Кафедра «Технологии ракетно-космического машиностроения» (СМ-12)

З А Д А Н И Е

на прохождение производственной практики

на предприятии

ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ТУПОЛЕВ»

Студент Маркина Юлия Александровна СМ1-82

Во время прохождения технологической практики студент должен:

1. ознакомиться с конструкцией сборочной единицы изделия
2. ознакомиться с конструкцией детали, входящую в сборочную единицу изделия
3. представить технологический процесс сборки сборочной единицы и изготовления детали

Дата выдачи задания «30» июня 2022 г.

Руководитель практики от кафедры _____ / Ижутов М.Ю.
(подпись, дата)

Студент _____ / Маркина Ю.А.
(подпись, дата) (Фамилия И.О.)

Содержание

Общие сведения о предприятии.....	5
Выпускаемая продукция	5
История предприятия	6
Организационная структура предприятия.....	8
Задачи и организационная структура подразделения, в котором происходит практика.....	9
Сборка изделия	12
Назначение изделия, описание его конструкции и принципа работы.....	12
Анализ технических требований	16
Тип производства и метод работы	17
Анализ технологичности конструкции.....	18
Методы обеспечения заданной точности конструкций	20
Контроль качества сборки.....	21
Организационная форма сборки: описание сборочного участка, применяемого оборудования и оснастки	22
Технология изготовления детали	25
Назначение детали, описание её конструкции, анализ технических требований	25
Качественная оценка технологичности конструкции детали.....	27
Анализ технологичности конструкции заготовки	28
Общий маршрут изготовления детали.....	29
Схемы базирования и закрепления, эскизы переходов.....	30

Общие сведения о предприятии

Выпускаемая продукция

ПАО «Туполев» – крупнейший разработчик авиационной техники, занимающийся проектированием, производством и испытаниями летательных аппаратов различного назначения.

ПАО «Туполев» занимается созданием и внедрением новых технологий для производства авиационной техники, обеспечением эксплуатации и послепродажного обслуживания самолетов, подготовкой экипажей в учебном центре.

Продукция ПАО «Туполев»

Гражданская авиация	<ul style="list-style-type: none">- среднемагистральный пассажирский самолет Ту-204СМ- среднемагистральный самолет Ту-204-100Е/100В- самолет ТУ-204-300- грузовой самолет нового поколения Ту-204-120СЕ- пассажирский самолет Ту-214- грузовой самолет Ту-204-100С- грузовой самолет Ту-204-120СЕ- среднемагистральный пассажирский самолет Ту-154- ближнемагистральный пассажирский самолет Ту-134- ближнемагистральный турбореактивный самолет Ту-334
Военная авиация	<ul style="list-style-type: none">- стратегический бомбардировщик Ту-95МС- авиационный противолодочный комплекс (АПЛК) Ту-142М- дальний сверхзвуковой ракетноносец-бомбардировщик Ту-22М3- межконтинентальный стратегический ракетноносец-бомбардировщик Ту-160
Специальная авиация	<ul style="list-style-type: none">- самолет Ту-214ОН предназначен для выполнения полетов с целью реализации Договора по «Открытому небу» в пределах эксплуатационных ограничений серийного самолета Ту-214- самолет-ретранслятор Ту-214СР, предназначенный для ретрансляции каналов телефонной и документальной связи, перевозки передовых (подготовительных) групп-авиационный пункт управления Ту-214ПУ (СУС) предназначен для организации каналов телефонной, телекодовой и документальной связи, предоставляемых абонентам, а также обеспечения комфортных условий для работы и отдыха пассажиров и экипажа на протяжении всего полета

История предприятия

Становление конструкторского бюро А.Н. Туполева во многом отличалось от других авиационных конструкторских бюро (КБ). Оно явилось воплощением передовых тенденций, имевшихся в авиационной науке начала XX в. Созданию КБ предшествовал рост интереса к проблемам авиации. Воплощением этого стал курс лекций, прочитанных в Императорском техническом училище Н.Е. Жуковским, где в это время учился Туполев. Будущий авиаконструктор посещал студенческий воздухоплавательный кружок, которым руководил Жуковский.

После окончания Императорского технического училища Туполев продолжил заниматься авиацией. Совместно с Н.Е. Жуковским они обратились в Высший совет народного хозяйства к заведующему Научно-техническим отделом Н.П. Горбунову с предложением об организации Центрального аэрогидродинамического института (ЦАГИ), и уже в декабре 1918 г. институт начал свою деятельность.

В 1922 г. Туполев возглавил Комиссию по постройке металлических самолетов при ЦАГИ. С этого времени в системе ЦАГИ начало действовать сформированное и возглавляемое им опытное КБ по проектированию и производству цельнометаллических самолетов. По предложению самого А.Н. Туполева дату создания Комиссии – 22 октября 1922 г. – считают временем создания опытного конструкторского бюро ЦАГИ – ОКБ А.Н. Туполева.

Триумфальные полеты по Европе и Японии самолетов, созданных в КБ в 1920-х гг. показали, что в СССР умеют строить самолеты из металла. В это время А.Н. Туполев ввел в практику отечественного самолетостроения организацию на серийных заводах филиалов основного КБ, что значительно ускорило выпуск машин и создание при КБ своих летно-доводочных баз, что сократило сроки проведения как заводских, так и государственных испытаний опытных машин.

В 1932 г. вводится в строй Завод Опытных Конструкций (ЗОК), одновременно КБ переезжает в новое здание. К 1935 г. складывается стройная структура проектных подразделений КБ с четким разделением работ между ними по разным направлениям их деятельности.

В 1956 – 1957 гг. в КБ было создано новое подразделение, задачей которого была разработка беспилотных летательных аппаратов. Были разработаны крылатые ракеты "121", ЗУР "131", а также велись работы по планирующему гиперзвуковому аппарату "130".

На базе бомбардировщика Ту-16 в 1955 г. был создан первый советский реактивный пассажирский самолет Ту-104.

1960-е годы в КБ проходят под знаком разработки нового среднемагистрального пассажирского самолета Ту-154, который пришел на смену реактивным пассажирским самолетам первого поколения, а также создания первого в мире сверхзвукового пассажирского самолета Ту-144.

В 1970-е гг., после смерти А.Н. Туполева руководителем предприятия стал его сын А.А. Туполев. В эти годы и в последующие десятилетия в стенах КБ для дальнейшей авиации проектируется ракетноносец Ту-160, ведутся работы по беспилотным разведывательным комплексам нового поколения "Рейс" и "Стриж", а также разворачиваются опытно-конструкторские работы по пассажирским самолетам нового поколения, приведшие к созданию среднемагистрального Ту-204 и ближнемагистрального Ту-334.

На рубеже XX – XXI вв. КБ Туполева вошло как составная часть в новую структуру – ОАО "Туполев", включившую в себя, помимо КБ, испытательную базу, а также авиастроительный завод в Ульяновске.

В соответствии с Указом Президента РФ от 20 февраля 2006 г. № 140 ОАО "Туполев" вошло в состав ОАО "ОАК".

Сегодня ПАО "Туполев" – ведущее российское предприятие в области проектирования, производства и послепродажного сопровождения самолетов. Опытно-конструкторским бюро А.Н. Туполева разработано около 300 моделей и модификаций самолетов, из которых около 90 были реализованы в опытных образцах и более 40 строились серийно.

Организационная структура предприятия

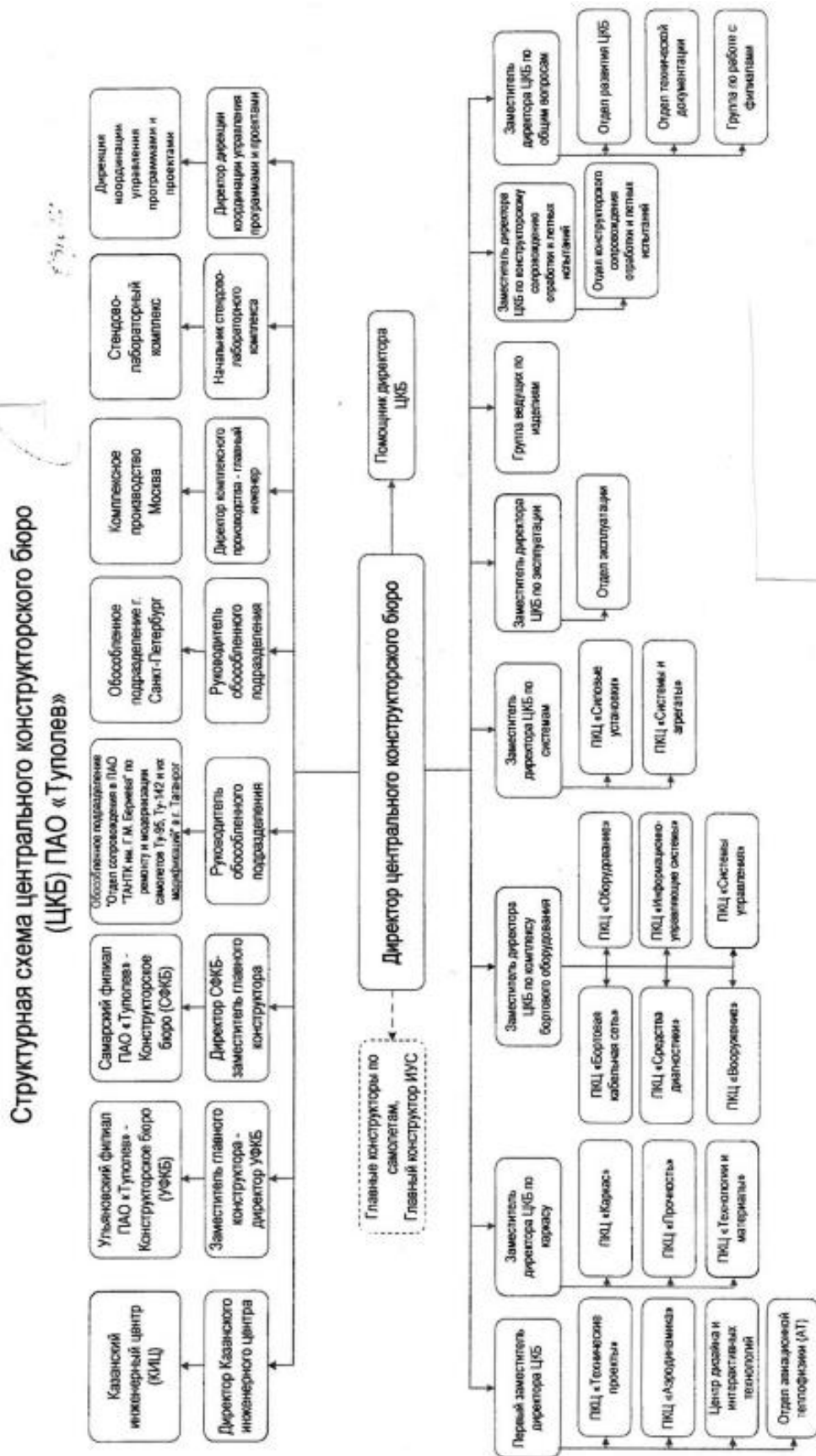


Рис.1 – Структурная схема ЦКБ ПАО «Туполев»

Задачи и организационная структура подразделения, в котором происходит практика

Цели и назначение ПКЦ «Силовые установки»

- разрабатывает рекомендации по выбору маршевых и вспомогательных двигателей проектируемых изделий;
- проводит расчетное и экспериментальное определение характеристик основных агрегатов силовые установок и систем (воздухозаборных и выхлопных устройств маршевых и вспомогательных двигателей, топливной системы, системы нейтрального газа, сжатого азота, систем автоматического управления и контроля двигателя и пр.);
- осуществляет работы по обеспечению требований технического задания (ТЗ) в части характеристик силовые установок проектируемых изделий;
- проводит проектирование воздухозаборных устройств, выхлопных устройств, мотоотсеков, мотогондол, противообледенительных систем силовых установок;
- осуществляет работы, связанные с учетом и обработкой документации, поступающей от разработчиков двигателей.

Структура подразделения

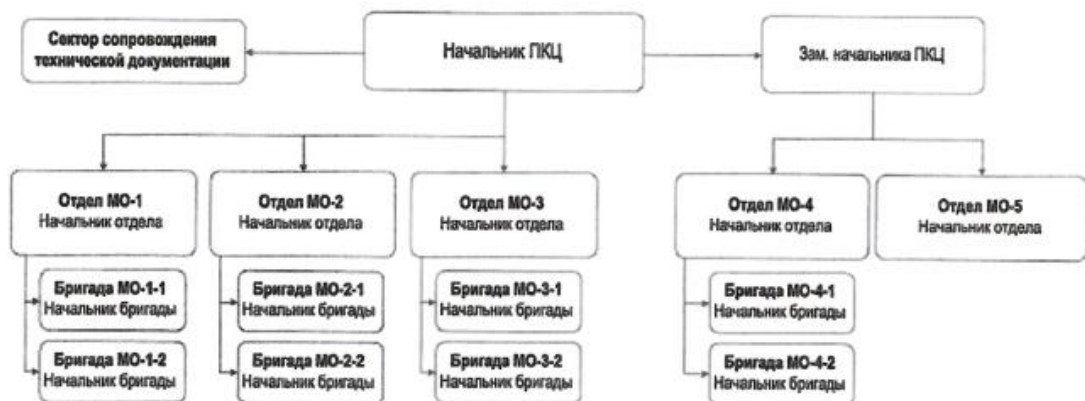


Рис.2 – Структурная схема ПКЦ «Силовые установки»

Отдел МО-1

Бригада М1-1 решает следующие задачи:

- разработку конструктивно силовой схемы, принципиальных (кинематических) схем и конструкции входных устройств;
- проектирование противообледенительных систем силовых установок;
- участие в мероприятиях по сертификации изделий;
- выпуск конструкторской и эксплуатационной документации по тематике бригады;
- сопровождение производства, ремонта и эксплуатации узлов в соответствии с тематикой бригады;
- подготовка материалов в технический проект (ТП) и эскизно-технический проект (ЭТП) по тематике бригады.

Бригада М1-2 решает следующие задачи:

- разработка теоретических обводов и конструкции входных устройств, мотоотсеков, мотогондол;
- сопровождение производства и эксплуатации узлов в соответствии с тематикой бригады;
- разработка схем размещения и конструкции пожарных перегородок;
- участие в мероприятиях по сертификации изделий;
- выпуск конструкторской и эксплуатационной документации по тематике бригады;

- подготовка материалов в технический проект (ТП) и эскизно-технический проект (ЭТП) по тематике бригады.

Отдел МО-2

Бригада М2-1 решает следующие задачи:

- проектирование топливных систем;
- сопровождение производства и эксплуатации узлов в соответствии с тематикой бригады;
- участие в мероприятиях по сертификации изделий;
- выпуск конструкторской и эксплуатационной документации по тематике бригады;
- подготовка материалов в технический проект (ТП) и эскизно-технический проект (ЭТП) по тематике бригады.

Бригада М2-2 решает следующие задачи:

- проектирование дренажных систем и систем нейтрального газа;
- сопровождение производства и эксплуатации узлов в соответствии с тематикой бригады;
- участие в мероприятиях по сертификации изделий;
- выпуск конструкторской и эксплуатационной документации по тематике бригады;
- подготовка материалов в технический проект (ТП) и эскизно-технический проект (ЭТП) по тематике бригады.

Отдел МО-3

Бригада М3-1 решает следующие задачи:

- проектирование вспомогательных силовых установок;
- проектирование и увязка маслосистем маршевых и вспомогательных двигателей;
- сопровождение производства и эксплуатации узлов в соответствии с тематикой бригады;
- участие в мероприятиях по сертификации изделий;
- выпуск конструкторской и эксплуатационной документации по тематике бригады;
- подготовка материалов в технический проект (ТП) и эскизно-технический проект (ЭТП) по тематике бригады.

Бригада М3-2 решает следующие задачи:

- сопровождение испытаний маршевых двигателей, вспомогательных силовых установок и систем силовых установок;
- сопровождение эксплуатационной документации от смежников (поставщиков двигателей);
- формирование тематических разделов эксплуатационной документации по тематике ПКЦ;
- участие в мероприятиях по сертификации изделий;
- подготовка материалов в технический проект (ТП) и эскизно-технический проект (ЭТП) по тематике бригады.

Отдел МО-4

Бригада М4-1 решает следующие задачи:

- формирование требований, проектирование, сопровождение систем контроля и управления вспомогательными и маршевыми силовыми установками;
- сопровождение производства и эксплуатации узлов в соответствии с тематикой бригады;
- участие в мероприятиях по сертификации изделий;
- выпуск конструкторской и эксплуатационной документации по тематике бригады;
- подготовка материалов в технический проект (ТП) и эскизно-технический проект (ЭТП) по тематике бригады.

Бригада М4-2 решает следующие задачи:

- формирование требований, проектирование, сопровождение пожарных систем, гидравлических систем (в части управления воздухозаборниками), пневмосистем;

- сопровождение производства и эксплуатации узлов в соответствии с тематикой бригады;
- участие в мероприятиях по сертификации изделий;
- выпуск конструкторской и эксплуатационной документации по тематике бригады;
- подготовка материалов в технический проект (ТП) и эскизно-технический проект (ЭТП) по тематике бригады.

Отдел МО-5

- численное моделирование внутренних течений в воздухозаборных, выходных устройствах, воздушных каналах и пр.;
- формирование математических моделей двигателей;
- расчет и корректировка высотно-скоростных (высотно-климатических) характеристик двигателей;
- участие в мероприятиях по сертификации изделий;
- подготовка материалов в технический проект (ТП) и эскизно-технический проект (ЭТП) по тематике отдела.

Сектор сопровождения технической документации

- инвентаризация технической документации, выпускаемой ПКЦ «Силовые установки»;
- разработка и оформление планов-графиков 2-ого уровня по предложению руководителей тематических отделов ПКЦ;
- ведение табельного учета рабочего времени сотрудников;
- обработка и анализ статистических материалов, характеризующих показатели производственной деятельности ПКЦ «Силовые установки»;
- ведение электронных баз данных подразделения;
- организация работы с документами, составление документации;
- информационно-справочное обслуживание по документам предприятия;
- методическое руководство и организация делопроизводства в СП;
- выполнение работ по тематике ПКЦ «Силовые установки» по указанию руководства ПКЦ;
- сопровождение и регистрация документов по СМК, ведение учетных записей.

Взаимосвязь с другими СП

1. ПКЦ «Силовые установки» осуществляет служебное взаимодействие другими подразделениями ЦКБ и внешними организациями, как непосредственно, так и через руководство ЦКБ.
2. ПКЦ «Силовые установки» по вопросам производственно-хозяйственной деятельности может осуществлять взаимодействие со структурными подразделениями, не относящимися к ЦКБ, самостоятельно и через руководство ЦКБ.
3. Взаимодействие отделов и сектора со смежными ПКЦ осуществляется только через начальника ПКЦ или его заместителя путем оформления соответствующей документации.
4. В части защиты государственной тайны и коммерческой тайны ПКЦ «Силовые установки» взаимодействует с режимно-секретным подразделением как через руководство ЦКБ, так и самостоятельно.
5. В части системы управления безопасностью полетов ПАО «Туполев» ПКЦ «Силовые установки» взаимодействует с управлением по безопасности полетов через руководство ПКЦ.
6. В части обеспечения качества изделий, совершенствования системы менеджмента качества ПКЦ «Силовые установки» взаимодействует с дирекцией по качеству.

Сборка изделия

Назначение изделия, описание его конструкции и принципа работы

Противообледенительная система (ПОС)

ПОС предназначена для защиты от образования и удаления льда с отдельных участков поверхности самолета, обледенение которых отрицательно влияет на безопасность полетов и лётные характеристики.

От обледенения в полете защищены носки подкрылков, воздухозаборников двигателей, лобовые стекла кабины экипажа, приёмники полного давления и датчики аэродинамических углов.

ПОС воздухозаборников

Воздушно-тепловая ПОС воздухозаборников двигателей постоянного действия предназначена для защиты от обледенения в полете носков воздухозаборников по всему круговому контуру.

Принцип действия системы основан на обогреве горячим воздухом, отбираемым от двигателей. Отбор горячего воздуха производится от 6 или 13 ступеней компрессора высокого давления двигателя в зависимости от режима его работы. Горячий воздух от двигателя через телескоп и трубопровод поступает в коллектор.

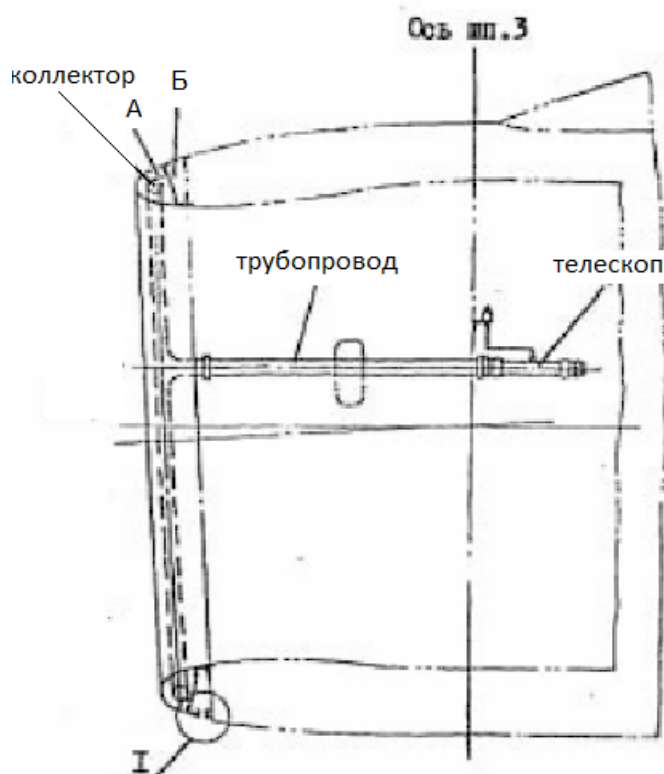


Рис.1 - Воздухозаборник

Коллектор равномерно распределяет горячий воздух по периметру носка воздухозаборника, обеспечивая нагрев и предотвращая тем самым образования льда на его поверхности. Из тепловой камеры «А» воздух через отверстия в шпангоуте I попадает в камеру «Б», также обеспечивая её нагрев.

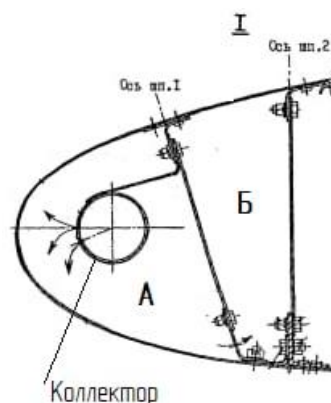


Рис.2 – Носок воздухозаборника

Отдавая тепло на нагрев обшивки носка воздухозаборника, воздух уже с более низкой температурой из камеры «Б» через патрубки сбрасывается в атмосферу.



Рис.3 – Патрубок сброса воздуха в атмосферу

Каждый воздухозаборник имеет независимую ПОС, состоящую из телескопа, трубопровода, коллектора, двух тепловых камер «А» и «Б» и четырёх патрубков сброса.

Телескоп служит для компенсации тепловых расширений и осевых перекосов в трубопроводе и обеспечивает необходимую герметичность и подвижность стыков. Стык трубы (341) с телескопом представляет собой фланцевое соединение, стянутое стяжным хомутом (069). Другим концом телескоп соединяется с фланцем на двигателе.

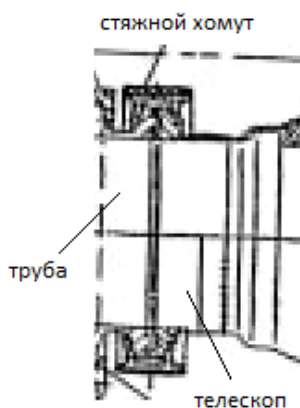


Рис.4 – Стык трубы и телескопа

Трубопровод ПОС проходит от шпангоута №2 до шпангоута №3 и обеспечивает питание системы горячим воздухом, отбираемым от компрессоров двигателей.

На шпангоуте № 3 трубопровод крепится с помощью кронштейна (347), качалки (346) и хомута (343). Качалка (346) обеспечивает осевое перемещение трубопровода, возникающее в следствии температурных деформаций.

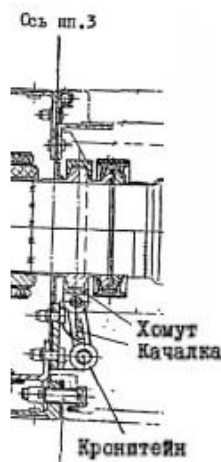


Рис.5 – Крепление к шпангоуту №3

На фланце трубы закрепляется хомут (343), состоящий из двух колодок (344) и (345), стянутых двумя винтами. Колодка (345) имеет 4 ушка для обеспечения подвижного соединения с качалкой (346) посредством болтового соединения. Качалка (346) с противоположной стороны соединена посредством 4 втулок, поставленных с натягом, и болтового соединения с кронштейном (347), который крепится к окантовке 335.077 шестью болтовыми соединениями.

Трубопровод крепится к каркасу воздухозаборника по шпангоуту №2 и №2д с помощью ленточного разъемного хомута (1613А-62-Т) и ложемент (355).

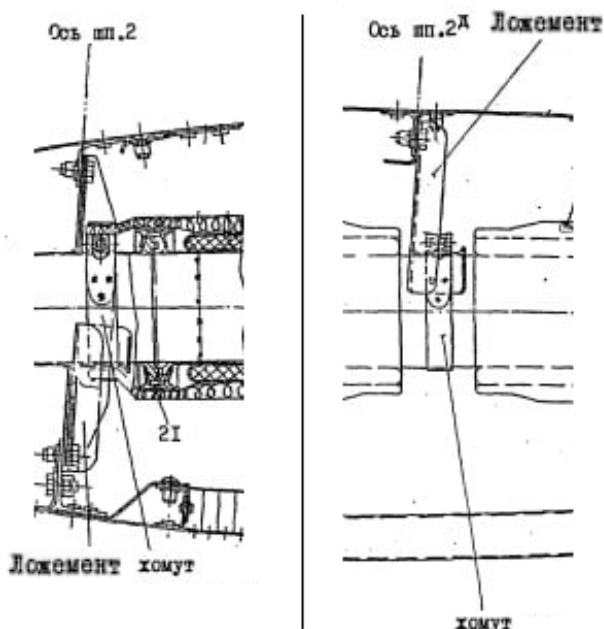


Рис.6 – Крепления к шпангоутам №2 и №2д

Стык трубы (341) с коллектором (313) представляет собой фланцевое соединение, стянутое стяжным хомутом (069).

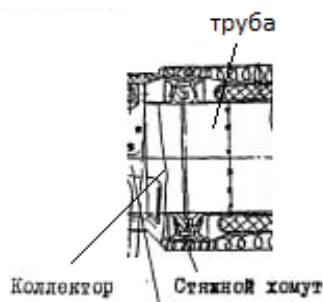


Рис.7 – Стык трубы и коллектора

Коллектор (313) представляет собой кольцевую трубу с отверстиями, которые служат для равномерного распределения горячего воздуха в камеру «А». Коллектор приварен к ложементу, установленному на шпангоуте № 1 с помощью болтового соединения (см. рис.1,3).

Тепловая камера «А» образована обшивкой носка и шпангоута № 1 воздухозаборника. По внутреннему контуру шпангоута №1 выполнены отверстия, которые соединяют камеру «А» с камерой «Б» (см. рис.2).

Тепловая камера «Б» образована шпангоутами №1 и №2, внешней и внутренней обшивкой носка. Из тепловой камеры «Б» четыре патрубка сброса воздуха выходят на внешний контур гондолы (см. рис.3).

Для сокращения потерь тепла трубопровод ПОС имеет «зашнурованную» стеклонитями теплоизоляцию 350, разделённую на две части в месте крепления к шпангоуту №2д.

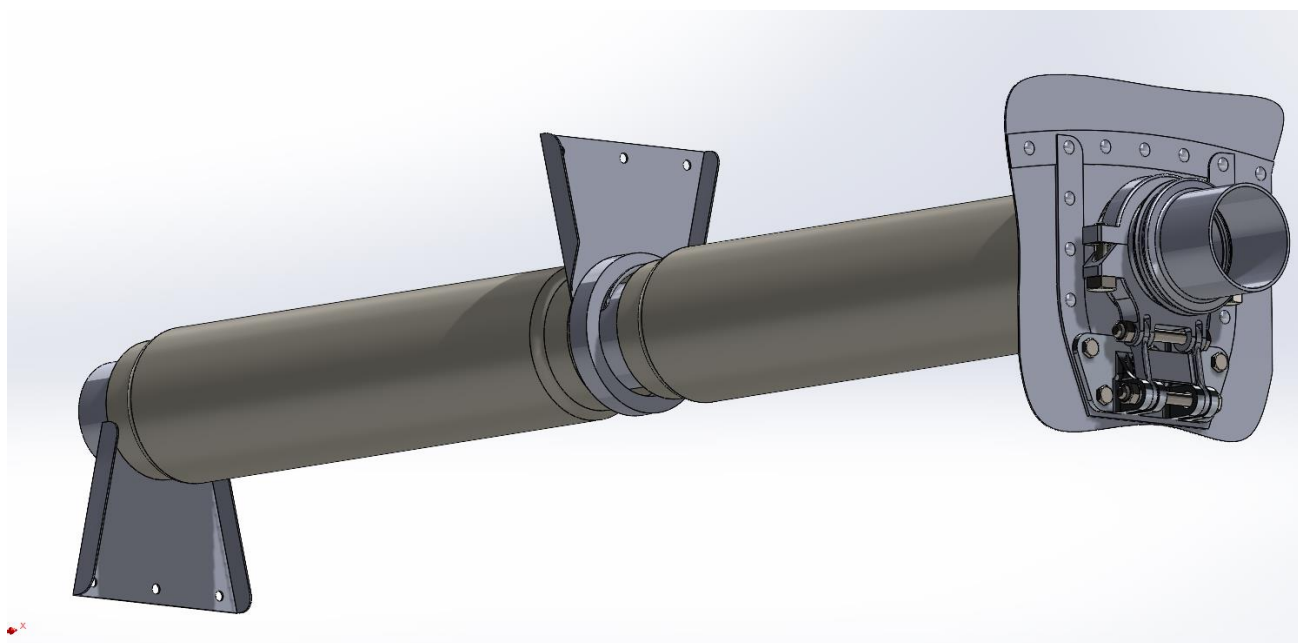


Рис.8 – Модель сборки

Анализ технических требований

1. В гайке 3303А-5 хомута 1613А-62-Т засверлить 3 контрольных отверстия по ОСТ1 33018-80.
Имеющиеся контрольные гайки 3311А 5-М затянуть по 323НО отпустить на пол оборота и законтровать проволокой
 - а) Требование назначено исходя из условия надежного стопорения;
 - б) Невыполнение данного требования может привести к самоотвинчиванию;
 - в) Контроль: визуальный.
2. Затяжку гайки хомута 14.05.6000.069.000 производить по ОСТ1 10079-71 (момент затяжки 110 кг с см не более)
 - а) Требование назначено исходя из соблюдения эксплуатационных условий в рабочей среде (температурный интервал, рабочее давление) и обеспечения надежности соединения;
 - б) Невыполнение данного требования может привести к увеличению осевой силы, а следовательно, к смятию витков, срыву гайки и разрушению конструкции;
 - в) Контроль: динамометрический ключ.
3. Покрытие головки болтов, гайки – эм ЭП-140, серая, 471, ОСТ1 90055-85
 - а) Требование назначено исходя из условия гарантированной защиты деталей от коррозии;
 - б) Невыполнение данного требования может привести к разрушению деталей в результате химико-физического взаимодействия с окружающей средой;
 - в) При нанесении эмали поверхности должны быть очищены от грязи и пыли. После выполнения операции толщину покрасочного слоя контролируют толщинометром.
4. Маркировать сборку по ТИ-0360-04 шрифтом ПО-2
 - а) Требование назначено исходя из условия предоставления необходимой информации об изделии;
 - б) Невыполнение данного требования может привести к неопределенности изделия и к усложнению составления отчетной документации;
 - в) Контроль: визуальный.
5. При установке качалки дет 74.05.6901.346.000 внутреннюю поверхность под болты покрыть смазкой ПФМС-4с ТУ6-02-917-79
 - а) Требование назначено исходя из условия уменьшения износа деталей, путем снижения коэффициента трения, и отсутствия термостатического разрушения;
 - б) Невыполнение данного требования может привести преждевременному износу деталей, к заклиниванию и разрушению конструкции;
 - в) Контроль: проверка возможности беспрепятственного движения качалки

Тип производства и метод работы

Проектирование технологического процесса сборки трубопровода ПОС осуществляется для условий мелкосерийного производства. В условиях производства данного типа наиболее целесообразным методом работы при сборке является непоточный метод. Выбор указанного метода определяется тем, что его используют при незначительных объёмах выпуска, а также при сборке ответственных изделий. При непоточном методе строгого закрепления операций за конкретными рабочими местами не проводят, длительность операций не синхронизируют, на рабочих местах создают заделы сборочных единиц, необходимые для обеспечения загрузки рабочих мест.

Анализ технологичности конструкции

Анализ технологичности конструкции изделия, сборочной единицы проводят с учётом выбранных типа производства и метода выполнения сборочных работ.

Оценка технологичности конструкции изделия и его элементов по ГОСТ 14.201-83 может быть качественной и количественной.

При качественной оценке устанавливают, насколько полно и конкретно в рассматриваемой конструкции изделия или сборочной единицы отражены основные требования технологичности:

- Функциональный анализ показал, что в конструкции трубопровода ПОС число деталей сведено до минимума для увеличения надежности и технологичности конструкции. В рамках серийного производства возможно сократить количество деталей и количество сварных соединений, заменив заготовки для трубы (341): лист заменить на трубу стальную бесшовную холоднодеформированную ГОСТ 8732-78.
- Удобство сборки и разборки обеспечивается тем, что изделие состоит из максимального количества сборочных единиц (труба, хомуты, кронштейн, теплоизоляция ПОС, ложементы), что позволяет проводить параллельную сборку.
- Пригоночные работы отсутствуют благодаря методам обеспечения точности.
- В трубопроводе ПОС используется максимально возможное количество стандартных изделий (болты, гайки, заклёпки, шайбы, прокладки, хомут ленточный разъёмный).

Количественную оценку проводят по показателям технологичности, рассчитанным для данной конструкции, в сравнении с показателями её базового варианта или показателями, полученными на основе статистических данных типовых представителей аналогичных конструкций.

Определение количественных показателей технологичности конструкции имеет смысл, если определён базовый вариант конструкции и известны данные по трудоёмкости, себестоимости изготовления, материалоёмкости вариантов конструкций или заданы контрольные значения показателей технологичности. В связи с отсутствием данной информации расчёт количественных показателей не имеет смысла, так как вне сравнения абсолютные значения показателей технологичности слабо характеризуют технологичность конструкции.

Возможные варианты конструктивных решений, повышающих уровень технологичности конструкции:

- Теплоизоляцию ПОС не разбивать на два участка, а в месте под крепление к шпангоуту №2д дополнительно обжать и установить прокладку под хомут необходимой ширины под расчётные перемещения в данном соединении.
- При серийном производстве изменить заготовки для трубы (341): листы заменить на трубы бесшовные холоднодеформированную ГОСТ 8732-78.

$$\text{Коэффициент стандартизации изделия: } K_{\text{ст}} = \frac{E_{\text{ст}} + D_{\text{ст}}}{E + D} = \frac{1 + 35}{8 + 40} = \frac{36}{48} = 0,75$$

$$\text{Коэффициент стандартизации сборочных единиц: } K_{\text{ст}} = \frac{E_{\text{ст}}}{E} = \frac{1}{8} = 0,125$$

$$\text{Коэффициент стандартизации деталей: } K_{\text{ст}} = \frac{D_{\text{ст}}}{D} = \frac{35}{40} = 0,875$$

$$\text{Коэффициент сборности конструкции: } K_{\text{сб}} = \frac{E}{E + D} = \frac{8}{8 + 40} = \frac{8}{48} = 0,167$$

Методы обеспечения заданной точности конструкций

Под точностью сборки понимают оценку соответствия фактического значения размера замыкающего звена размерной цепи его значению, заданному в конструкторской документации (сборочном чертеже или модели).

Заданная точность конструкции достигается методом регулировки (методом подвижного компенсатора). Для этого метода характерно достижение заданной точности изменением размеров или положения одной из деталей (подвижного компенсатора) без удаления материала. Применяется данный метод в серийном и мелкосерийном единичном производстве.

В нашем случае достижение заданной точности достигается изменением положения двух деталей. В качестве подвижных компенсаторов выступают качалка (346) и телескоп. Телескоп обеспечивает точность в осевом направлении относительно магистрали коллектор-двигатель. Качалка обеспечивает точность относительно каркаса воздухозаборника.

Контроль качества сборки

При контроле сборки проверяют:

- комплектность сборки (визуально);
- размеры, заданные в сборочном чертеже (штангенциркуль);
- момент затяжки резьбовых соединений (динамометрический ключ);
- зазоры в телескопе (щуп);
- нанесение необходимых покрытий (сравнение с эталонами);
- маркировку (визуально);
- внешний вид собранного изделия (отсутствие повреждений деталей, которые могут возникнуть в процессе сборки);
- герметичность сборки во избежание утечки горячего воздуха (под давлением);

Организационная форма сборки: описание сборочного участка, применяемого оборудования и оснастки

В машиностроении применяют две основные организационные формы сборки: стационарную и подвижную. При сборке трубопровода ПОС используется стационарная сборка, так как она применяется в условиях мелкосерийного производства. Характерным для стационарной сборки является нахождение собираемого изделия на одном рабочем месте, то есть все необходимые операции выполняются без перемещения собираемого изделия от одного рабочего места к другому.

Описание сборочного участка:

Описание операции	Применяемая оснастка
Закрепить ложемент (310) на самолётном шпангоуте №2 А) наживить болты по резьбе отверстий в анкерных гайках Б) затянуть 3 болта в заданном порядке	Б) шестигранный гаечный ключ
Закрепить ложемент (348) тремя болтовыми соединениями на канальном шпангоуте №2д А) наживить болты по резьбе отверстий в анкерных гайках Б) затянуть 3 болта в заданном порядке	Б) шестигранный гаечный ключ
Закрепить кронштейн на стенке в плоскости самолётного шпангоута №3 А) совместить со стенкой шесть двухушковых самоконтрящихся гаек по двум отверстиям Б) заклепать В) сориентировать кронштейн на стенке по плоскости и отверстиям Г) наживить болты по резьбе отверстий в анкерных гайках Д) затянуть 6 болтов в заданном порядке	Б) заклепочный молоток, прижим Д) шестигранный гаечный ключ
Закрепить качалку на кронштейне А) сориентировать по отверстиям на ушках Б) вставить болт в отверстия качалки и втулок В) надеть шайбу Г) наживить гайку по резьбе болта Д) затянуть гайку	Д) шестигранный гаечный ключ
Ввести трубу в плоскость воздухозаборника со стороны носка	

<p>Закрепить трубу на ложементе 348</p> <p>А) накинуть ленточный разъёмный хомут на трубу и ложемент</p> <p>Б) свинтить гайку</p>	<p>Б) шестигранный гаечный ключ</p>
<p>Закрепить хомут на трубе</p> <p>А) разъединить колодки, ослабив винты и сняв стопорные гайки</p> <p>Б) накинуть колодки на фланец трубы</p> <p>В) затянуть винты</p> <p>Г) надеть стопорные шайбы</p> <p>Д) наживить гайки по резьбе винта</p> <p>Е) затянуть гайки</p> <p>Ж) загнуть лапки стопорных шайб</p>	<p>А) шестигранный гаечный ключ</p> <p>В) шестигранный гаечный ключ</p> <p>Е) шестигранный гаечный ключ</p> <p>Ж) молоток</p>
<p>Закрепить качалку на хомуте</p> <p>А) совместить ушки по отверстиям</p> <p>Б) вставить болт в отверстия качалки и хомута</p> <p>В) надеть шайбу</p> <p>Г) наживить гайку по резьбе болта</p> <p>Д) затянуть гайку</p>	<p>Д) шестигранный гаечный ключ</p>
<p>Соединить трубу и телескоп</p> <p>А) совместить фланцы трубы и телескопа</p> <p>Б) накинуть стяжной хомут на фланцевое соединение</p> <p>В) свинтить гайку</p>	<p>В) шестигранный гаечный ключ</p>
<p>Соединить трубу и коллектор</p> <p>А) совместить фланцы трубы и коллектора</p> <p>Б) накинуть стяжной хомут на фланцевое соединение</p> <p>В) свинтить гайку</p>	<p>В) шестигранный гаечный ключ</p>
<p>Закрепить коллектор на ложементе 310</p> <p>А) отогнуть края теплозащиты</p> <p>Б) накинуть ленточный разъёмный хомут на коллектор и ложемент</p> <p>В) свинтить гайку</p>	<p>В) шестигранный гаечный ключ</p>
<p>А) затянуть все гайки на стяжных и ленточных разъёмных хомутах с усилием не более 110 кг с см</p> <p>Б) законтровать проволокой</p> <p>В) натянуть край теплозащиты (со стороны носка воздухозаборника)</p> <p>Г) затянуть шнуровку</p>	<p>А) шестигранный гаечный ключ, динамометрический ключ</p>
<p>А) Проверить моменты затяжки резьбовых соединений</p> <p>Б) Проверить зазоры в телескопе</p>	<p>А) динамометрический ключ</p> <p>Б) щуп</p>

В) Проверить герметичность трубопровода Г) Проверить наличие и правильность маркировки	В) передвижной компрессор, манометры, подкрашивающий элемент, баллон с газом
---	--

Технология изготовления детали

Назначение детали, описание её конструкции, анализ технических требований

Кронштейн – опорная деталь, служащая для крепления на вертикальной плоскости выступающих или выдвинутых в горизонтальном направлении частей.

В трубопроводе ПОС деталь «кронштейн» предназначена для крепления трубы через систему труба-хомут-качалка-кронштейн к стенке, находящейся в плоскости шпангоута №3.

Кронштейн представляет собой симметричную деталь, состоящую из основания и четырех ушек с рёбрами жесткости. Основание имеет 6 отверстий $\varnothing 6,1$ мм: два центральных отверстия служат для крепления со стенкой, которая находится в плоскости шпангоута №3, а 4 боковых отверстия – для крепления с окантовкой, под которую сделано два симметричных углубления. Каждое отверстие имеет цековку $\varnothing 20$ мм по 181 ТТ под головку болта. В каждом ушке сделано отверстие $\varnothing 10 \frac{H7}{u8}$, для последующей запрессовки втулок. Посадка $\frac{H7}{u8}$ – неподвижное соединение, с гарантированным натягом, которое обеспечивает прочное соединение деталей без дополнительного крепления. В пространство, ограниченное парами ушек, вставляется качалка, образующую с кронштейном посадку с зазором $\frac{H11}{d11}$, которая применяется для подвижных соединений, работающих в тяжёлых условиях. Рёбра жесткости значительно повышают прочность конструкции и позволяют ей воспринимать большие нагрузки.

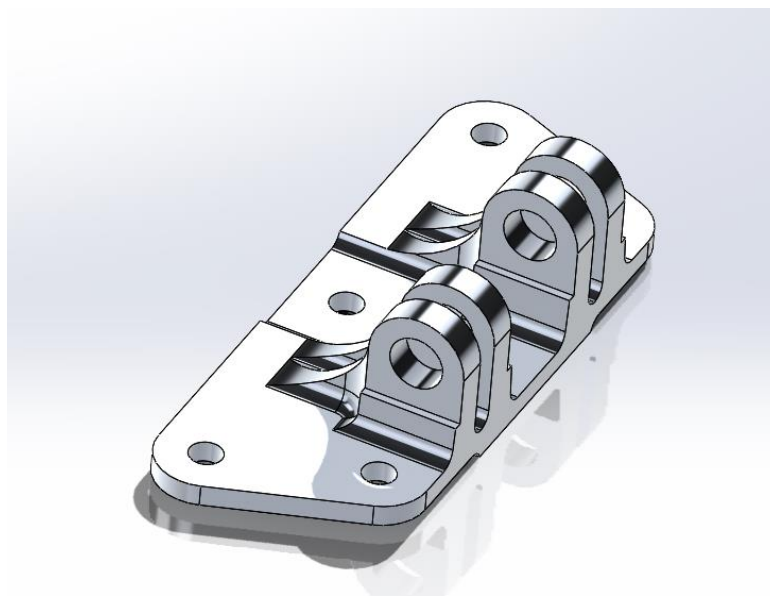


Рис.9 – Модель детали

Материал: АК6Т1

- а) Классификация: алюминиевый ковочный сплав, термически обработанный;
- б) Применение: детали сложной формы, средней прочности, изготовление, которых требует высокой пластичности в горячем состоянии;
- в) Расшифровка:

К6: $\approx 6\%$ Si (кремний) – повышает литейные свойства, повышает жидкотекучесть, увеличивает износостойкость, делают сплав термически упрочняемым
Т1 – термически обработанный (закалка и искусственное старение).

Технические требования:

1. Технические условия на штамповку по ОСТ I 90073-85. Группа контроля 3
 - а) Требование назначено исходя из условия необходимой твердости детали;
 - б) Невыполнение данного требования может привести к недостаточному сопротивлению деформированию и к разрушению при местном воздействии;
 - с) Контроль: твердомер Бринелля.
2. Штамповочный уклон 5°
 - а) Требование назначено исходя из условия легкого извлечения штамповки из штампа;
 - б) Невыполнение данного требования может привести к затруднению извлечения штамповки из штампа;
 - с) Контроль: угломер универсальный.
3. Неуказанные штамповочные радиусы 1,5 мм
 - а) Требование назначено исходя из условия облегчения заполнения полости штампа;
 - б) Невыполнение данного требования может привести к образованию пустот, а следовательно, к браку;
 - с) Контроль: радиусомер шаблонный.
4. Втулки ставить на сыром грунте ЭП-0215
 - а) Требование назначено исходя из условия прочного соединения деталей;
 - б) Невыполнение данного требования может привести к подвижности деталей относительно друг друга;
 - с) Контроль: эталоны с покрытием.
5. Покрытие: дет. Б.Ч.007. Ан. Окс. нХр.
кроме поверхн. В,Г
гр. ЭП-0215 400 ОСТ I 90055-85, ТИ-8115-08
 - а) Требование назначено исходя из условия гарантированной защиты деталей от коррозии и истирания;
 - б) Невыполнение данного требования может привести к разрушению деталей в результате химико-физического взаимодействия с окружающей средой и к преждевременному износу детали;
 - с) Контроль: эталоны с покрытием. При нанесении поверхности должны быть очищены от грязи и пыли.
6. Маркировать деталь Чк шрифтом ПО-5 и клеймить Ку.
 - а) Требование назначено исходя из условия предоставления необходимой информации о детали;
 - б) Невыполнение данного требования может привести к неопределенности изделия и к усложнению составления отчетной документации;
 - с) Контроль: визуальный.

Качественная оценка технологичности конструкции детали

- Форма детали и её материал позволяет применять близкую к конечной конфигурации заготовку, тем самым сокращая объём механической обработки;
- Деталь допускает обработку некоторых поверхностей на проход;
- Обеспечен свободный вход и выход инструмента к зоне обработки детали
- Для снижения объёма механической обработки предусмотрены допуски только точных поверхностей;
- Деталь имеет 6 одинаковых отверстий $\varnothing 6,1$ мм и 4 одинаковых отверстия $\varnothing 10$ мм.
- Деталь имеет небольшие габариты $120 \times 45 \times 31$. Масса заготовки 122 г, а масса детали 77 г.

$$K_{\text{им}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\text{з}}} = 0,63$$

- Малая масса детали позволяет проводить её установку для обработки без применения подъёмно-транспортных средств
- Размеры на основные поверхности проставлены так, что не требуют дополнительных вычислений при обработке и контроле. Возможно использование универсальных средств измерения.

Анализ технологичности конструкции заготовки

Заготовка детали получена методом обработки давлением – штамповкой (горячая объёмная штамповка в закрытом штампе).

- Заготовка имеет сложные поверхности, которые позволяет выполнить штамповка
- В конструкции заготовки предусмотрены штамповочные радиусы и уклоны
- Конструкция заготовки максимально приближена к конечной конфигурации детали

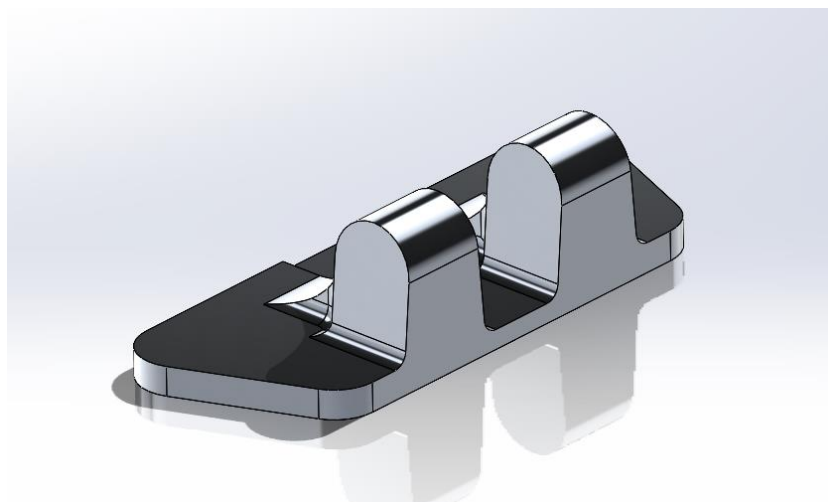


Рис.9 – Модель заготовки

Общий маршрут изготовления детали

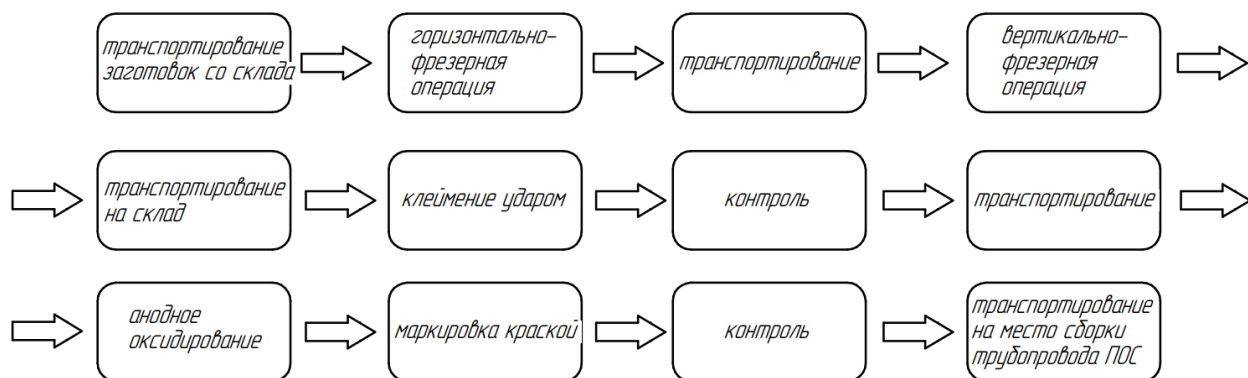
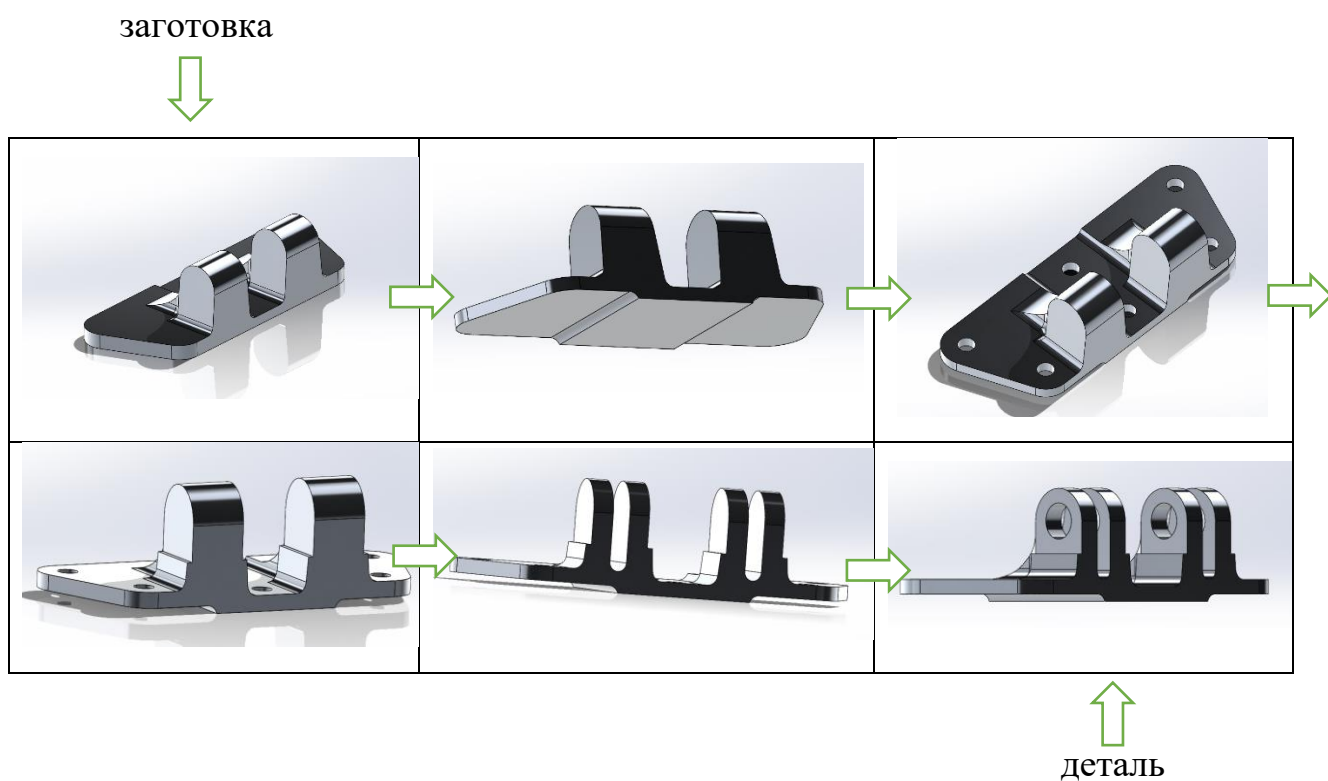


Рис.10 – Маршрут изготовления



Схемы базирования и закрепления, эскизы переходов

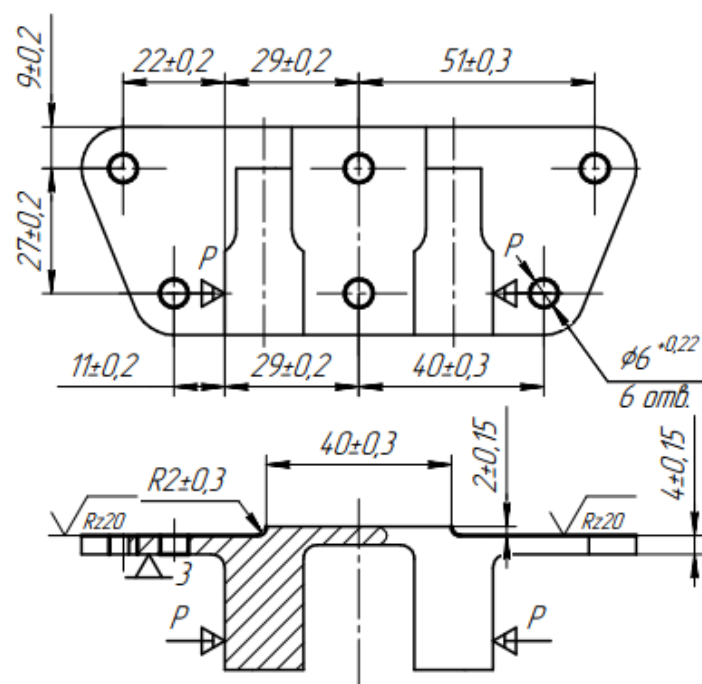


Рис.11 – Вертикально-фрезерная операция

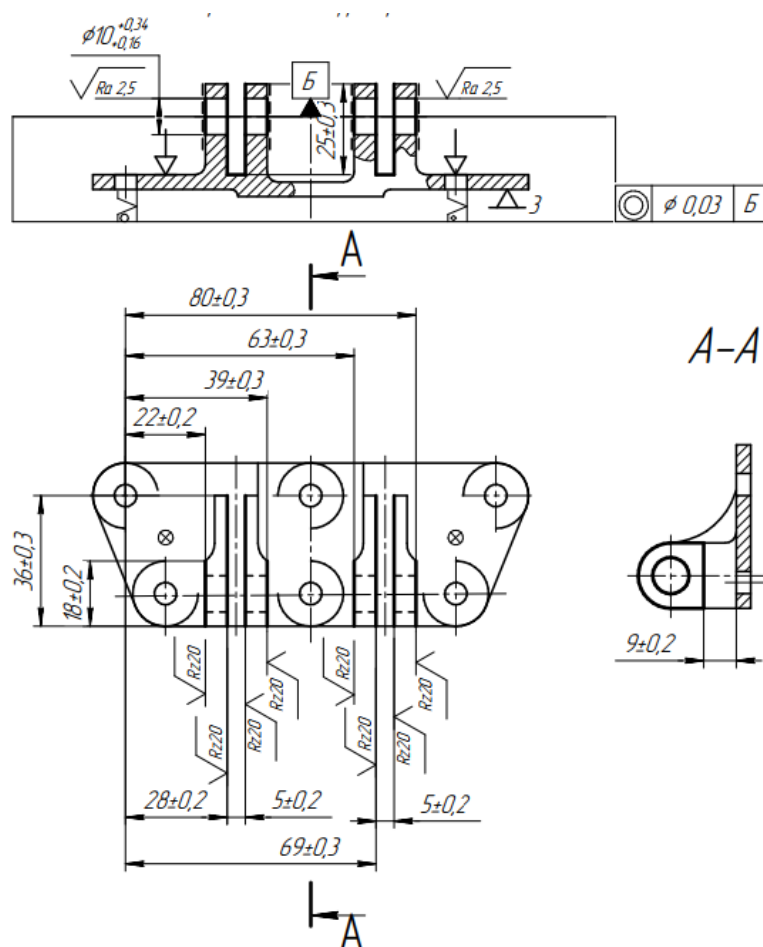


Рис.12 – Горизонтально-фрезерная операция

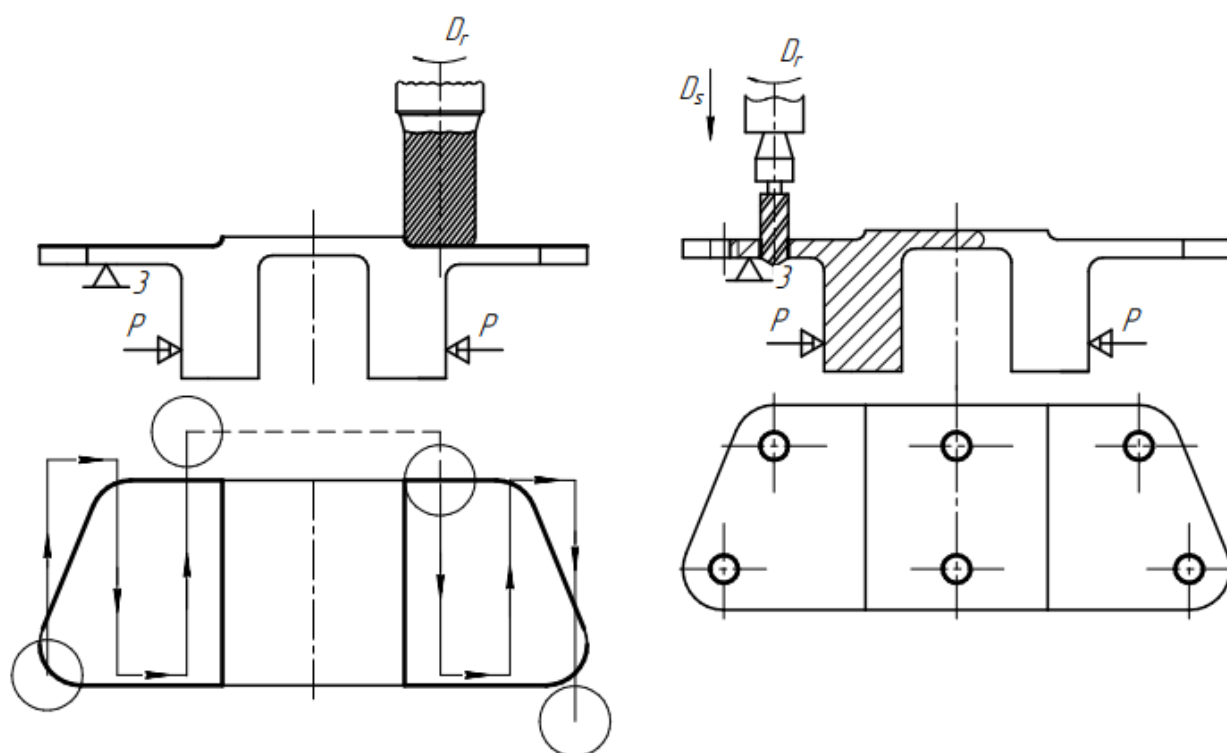


Рис.13 – Вертикально-фрезерная операция

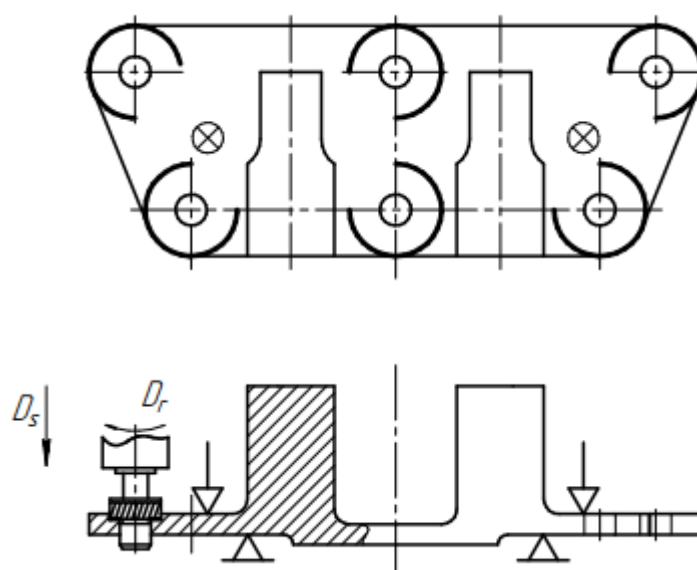


Рис.14 – Сверлильная операция

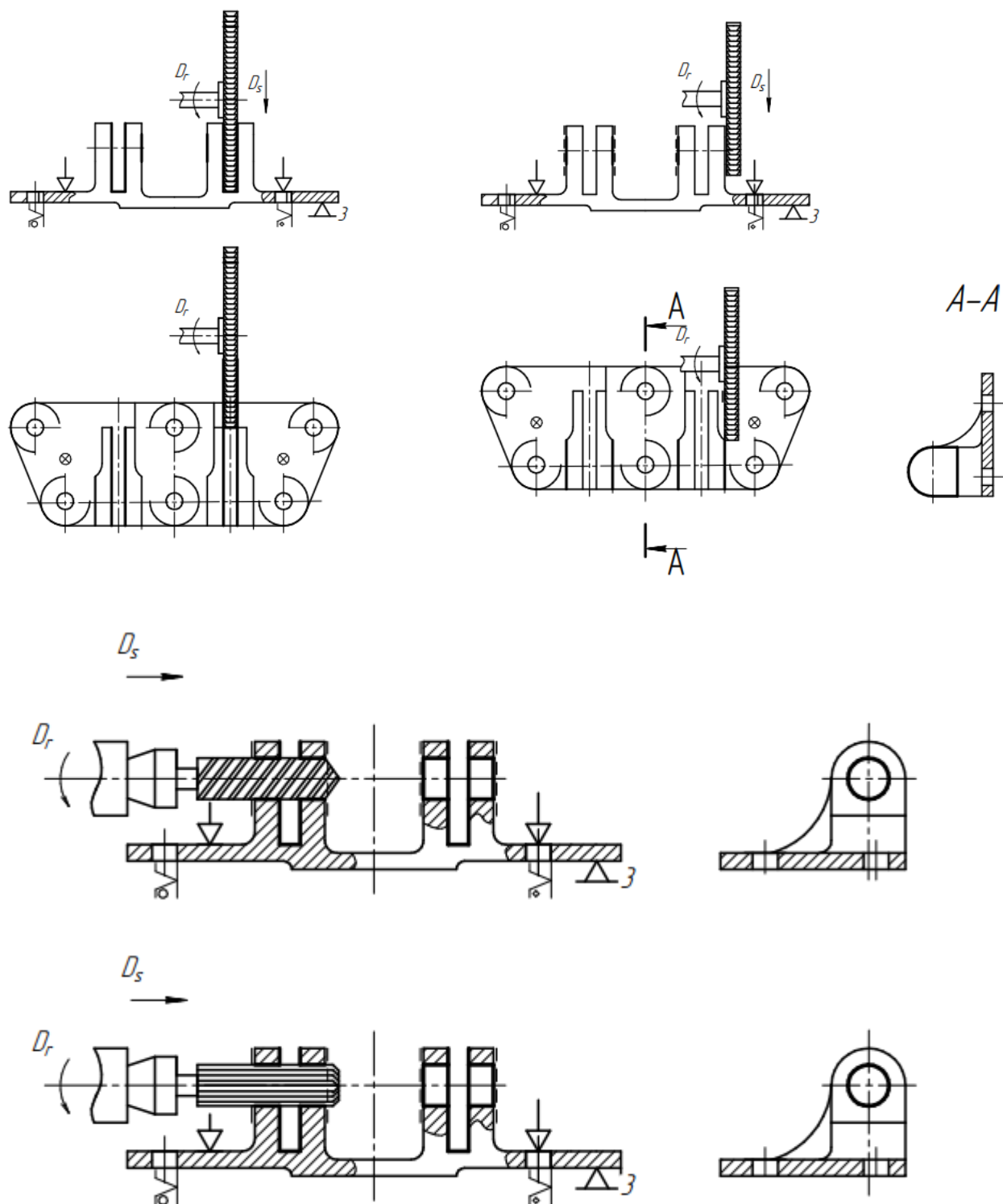


Рис.15 – Горизонтально-фрезерная операция