

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение

машиностроительных производств»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Проектирование технологических процессов

(направленность (профиль)/ специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления корпуса входного модуля  
насоса

Студент

А.С. Куликов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент Д.А. Расторгуев

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты

к.э.н. Н.В. Зубкова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

к.т.н., доцент А.В. Краснов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

## Аннотация

В данной работе разработана технология изготовления детали «Корпус входного модуля М8А315» с учетом его служебного назначения. С учетом специфики выполнения служебного назначения модуля подобрана марка материала для его изготовления - сталь 34ХН3М. В состоянии поставки сталь соответствует требованиям ГОСТ 8479-70 «Поковки и кованые заготовки».

В процессе работы проанализирована технологичность конструкции узла в целом и детали корпус. Деталь технологична за исключением наличия глубокого сквозного отверстия. Описана в упрощенной форме, применяемая в настоящее время на предприятии базовая технология с учетом заданного объема выпуска с использованием традиционных станков, имеющихся на данном предприятии, стандартного режущего инструмента и технологического оснащения. В работе проведен всесторонний анализ существующей технологии и выявлен ряд недостатков:

1) применяется в качестве заготовки сортовой прокат, что при данной конструкции корпуса позволяет получить коэффициент использования металла не более 0,43;

2) применение стандартного режущего и измерительного инструмента увеличивает время изготовления детали. В спроектированном технологическом процессе, с учетом разработанных предложений по его усовершенствованию, в качестве заготовки применена поковка с максимально приближенной наружной формой к контуру детали, что позволило довести показатель использования материала до 0,82. Усовершенствована технологическая оснастка (станочное приспособление для фрезерования лыски и торцового паза), разработан режущий инструмент (резец токарный). В процессе выполнения работы рассчитаны экономические показатели технологического процесса. В разделе «Безопасность и экологичность» проанализирована оценка опасности работ на различных этапах изготовления детали.

## Содержание

Введение.....	5
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Анализ служебного назначения и условий работы детали.....	6
1.2 Анализ материала детали .....	8
1.3 Систематизация поверхностей детали .....	10
1.4 Анализ технологичности конструкции детали .....	10
2 Разработка технологической части работы.....	13
2.1 Выбор стратегии разработки техпроцесса .....	13
2.2 Выбор метода получения заготовки .....	13
2.3 Выбор методов обработки поверхностей .....	15
2.4 Определение припусков и проектирование заготовки.....	16
2.5 Разработка технологического маршрута .....	20
2.6 Выбор средств технологического оснащения.....	21
2.7 Проектирование технологических операций .....	23
3 Проектирование специальных средств оснащения .....	30
3.1 Сбор исходных данных .....	30
3.2 Расчет сил резания .....	30
3.3 Расчет усилия зажима.....	32
3.4 Расчёт зажимного механизма .....	33
3.5 Расчёт погрешности установки заготовки в приспособлении .....	35
3.6 Описание конструкции и работы приспособления .....	36
3.7 Проектирование режущего инструмента .....	38
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	42
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика операции.....	42
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	42
4.3 Методы и технические средства снижения рисков .....	43
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	45
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	46

4.6 Выводы по разделу .....	47
Заключение .....	54
Список используемых источников.....	56
Приложение А Технологическая документация. Маршрутная карта .....	60
Приложение Б Технологическая документация. Операционная карта .....	62
Приложение В Спецификация приспособления.....	67
Приложение Г Спецификация инструмента .....	69

## Введение

Цель работы - разработать современный технологический процесс изготовления корпуса, входящего в сборочную единицу входной модуль М8А315.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- дать оценку условиям эксплуатации заданной детали и модуля в целом. Определить характер испытываемых в процессе эксплуатации модуля нагрузок;
- на основании полученных данных подобрать наиболее рациональную с точки зрения технологичности и срока службы марку материала, из которой предполагается изготавливать корпус;
- исходя из полученных в учебном заведении теоретических знаний и приобретенных за период прохождения практики практических навыков, выбрать наиболее экономичный способ получения заготовки корпуса;
- изучить имеющийся на предприятии технологический процесс изготовления корпуса и дать предложения по его усовершенствованию, конечной целью которого должно стать уменьшения себестоимости изготовления и снижение материалоемкости, увеличения коэффициента использования металла;
- для качественной экономической оценки разработанного технологического процесса необходимо подобрать технически обоснованные режимы обработки детали на всех без исключения операциях, произвести расчеты норм основного и штучного времени;
- в конструкторской части необходимо разработать эффективное станочное приспособление, прогрессивный режущий инструмент.



На конической поверхности есть четыре отверстия диаметром 14 мм, по которым подается смазка в рабочую зону.

Деталь испытывает циклические нагрузки в осевом направлении на прямом и обратном ходе. Наибольшие нагрузки воспринимает правая торцевая часть детали (рисунок 2) на которой находятся наружные и внутренние конические посадочные поверхности.

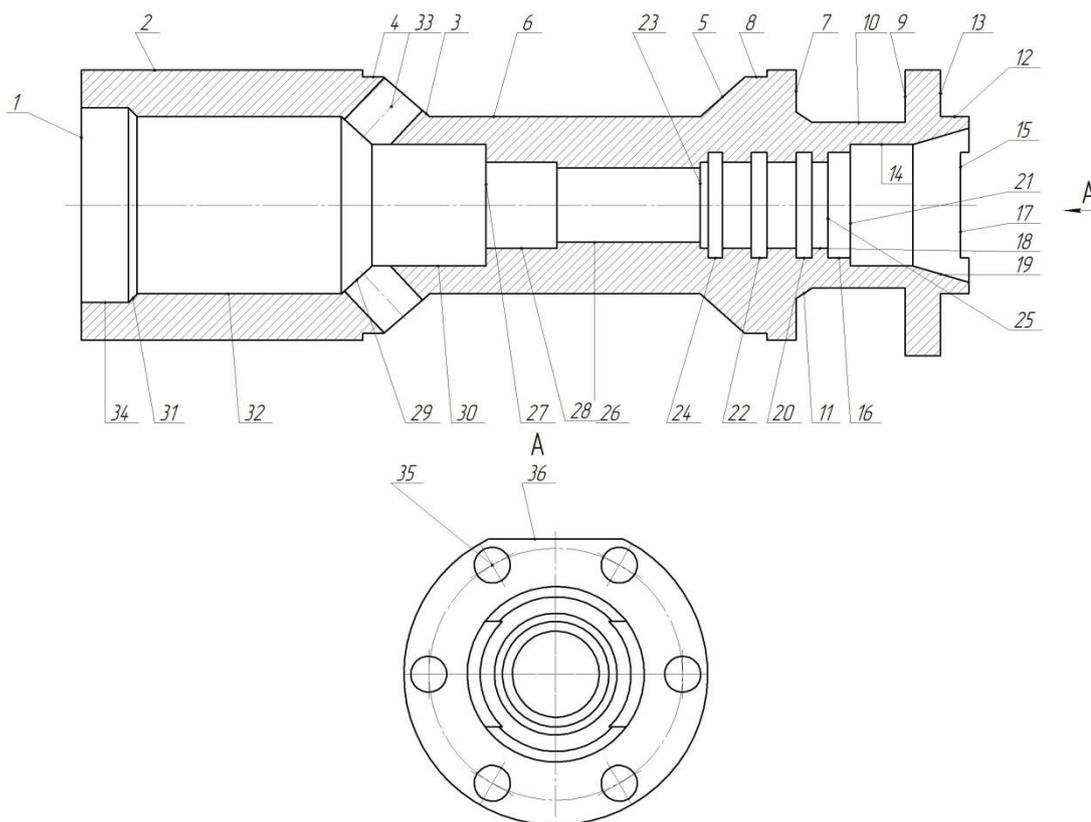


Рисунок 2 - Нумерация поверхностей корпуса

Опасные сечения в детали отсутствуют. Трение происходит по внутренней поверхности отверстия в контакте с поршнем по скользящей посадке, герметичность обеспечивается наличием уплотнений устанавливаемых в канавки.

Скорость перемещения поршня в корпусе не высока и не приводит к увеличению динамических нагрузок при рабочем ходе механизма.

Рабочее давление и температура окружающей среды не оказывают влияния на рабочее состояние корпуса. Характер изнашивания поверхностей связан с посадочными цилиндрическими поверхностями и конической центрирующей внутренней поверхностью.

## 1.2 Анализ материала детали

Корпус изготавливается из конструкционной легированной стали 34ХН3М с химическим составом в таблице 1 [8].

Таблица 1 - Химический состав 34ХН3М по ТУ 108-1028 – 81

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo
0.3 - 0.4	0.17 - 0.37	0.5 - 0.8	2.75 - 3.75	до 0.035	до 0.03	0.7 - 1.1	0.25 - 0.4

В состоянии поставки по ГОСТ 8479-70 «Поковки и кованые заготовки» в отожженном состоянии 34ХН3М имеет твердость НВ 210-230, прочность  $\sigma_B = 640$  МПа, коэффициент обрабатываемости твердосплавным инструментом  $K_{и\text{ тв.спл.}} = 0.8$  [9].

Данная сталь широко применяется в нагруженных узлах станков. Она хорошо поддается цементации поверхности и при этом не требует сложных технологических приемов при термической обработке.

Наличие кремния говорит об улучшенных упругих свойствах, хороших антикоррозионных свойствах и стойкости против межкристаллической коррозии при высоких температурах.

Марганец используется для повышения износостойкости за счет повышения твердости и прочности. Это происходит благодаря формированию твердого раствора марганца с железом. Пластичность снижается незначительно.

Сера является вредной примесью. Она увеличивает такой показатель как износ стали, понижает показатели сопротивлению усталости и уменьшает способность противостоять процессу коррозии. Фосфор также является вредной примесью. Он несколько улучшает обрабатываемость стали, так как способствует отделению стружки.

Хром является положительным компонентом сплава из стали. Он оказывает воздействие на повышение таких свойств металла, как твердость и прочность. При этом он незначительно уменьшает пластичность стали, но значительно увеличивает ее коррозионную стойкость.

Никель также относится к положительным добавкам. Он способен придать стали дополнительную коррозионную стойкость, улучшить такие полезные свойства как высокая прочность и пластичность, увеличивает способность к улучшенной прокаливаемости [8].

Таким образом, можно сделать вывод, что все легирующие элементы данной стали оказывают благоприятное воздействие на технологические и эксплуатационные свойства данной детали.

Справочники по термообработке легированных сталей рекомендуют подвергать 34ХН3М термообработке с двумя этапами, имеющими следующие параметры:

- 1) закалка до температуры 850-870°C с охлаждением в масле;
- 2) последующий отпуск 610-620°C.

34ХН3М соответственно приобретет механические свойства [7]:

предел прочности  $\sigma_B = 960$  МПа;

твердость *НВ* 248 – 321. При цементации поверхности детали с толщиной слоя  $h=0,5...0,7$  мм достигается твердость поверхностного слоя до *HRC* 59...63.

Большая длина корпуса обуславливает повышенный износ опорных и трущихся поверхностей поршня, штока и корпуса. Поэтому им необходимо, согласно техническим требованиям разработанного рабочего чертежа, придать требуемый уровень прочности и поверхностной

износоустойчивости. Перед проведением окончательной механической обработке поверхность детали будет подвергнута процессу цементации для достижения глубины  $h=0,5...0,7$  мм для достижения проектной твердости 59...63 HRC.

### 1.3 Систематизация поверхностей детали

Деталь относится к телам вращения правильной осе симметричной формы (рисунок 2). Систематизацию поверхностей корпуса проведем в таблице 2.

Таблица 2 - Систематизация поверхностей

Тип поверхности	Номер поверхности
Торцевая наружная	1,7,9,13,15,17
Цилиндрическая наружная	2,4,6,8,10,12
Коническая наружная	3,5,11
Цилиндрическая внутренняя	14,16,18,20,22,24,26,28,30,32
Коническая внутренняя	19,29,31
Торцевая внутренняя	21,23,25,27
Цилиндрическая внутренняя не соосная с осью детали	33,35
Плоская наружная	36

### 1.4 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь относится к телам вращения, основные операции по изменению ее конструктивной формы будут произведены на станках токарной группы [21]. В условиях мелкосерийного производств это будут универсальные станки типа 1М63, в условиях средне-серийного производства (всего 200 штук в год) с учетом современного курса на " цифровизацию" промышленности можно применить токарные обрабатывающие центры с

ЧПУ. В детали присутствует несколько фасок. Они необходимы для упрощения последующего монтажа, а так же для упрощения входа и выхода инструмента.

Торцы корпуса должны быть отшлифованы и иметь минимальное торцевое биение, так как в этих местах крепятся рабочие органы модуля насоса. Габариты: диаметр – 134 мм; длина – 400 мм. Масса корпуса 42,8 килограмма.

Корпус осе симметричный. Поверхности имеют наклонные участки, а также набор узких буртиков различного диаметра, что делает ее не удобной для установки на станок. Исполнительными поверхностями являются цилиндрические частично наружные и внутренние поверхности детали и поверхности пазов; остальные поверхности - связующие. Наружная цилиндрическая поверхность детали диаметром 120 мм имеет форму и шероховатость поверхности, обеспечивающую травматическую безопасность в целом, не требует не технологических способов обработки.

Корпус имеет не простую конструкцию симметричного тела вращения, позволяющую основное формообразование произвести на ограниченном количестве станков. Форма корпуса достаточно рациональна для мелко- и среднесерийного производства, технологична, с точки зрения получения заготовки, так как заготовку в проектируемом технологическом процессе рационально и экономически выгодно получать методом горячего деформирования с использованием оборудования для поперечно-клинового проката. В исследуемой детали имеются поверхности, которые пригодны для базирования и закрепления на используемых для обработки станках на всех планируемых операциях технологического процесса. Не все торцевые и цилиндрические поверхности заготовки доступны для обработки. Отверстия сложной ступенчатой формы. На универсальных металлорежущих станках токарной или фрезерной группы необходимо использовать специализированные инструменты. Наружная поверхность сложно контурная с внутренней закрытой частью с коническими переходами.

Деталь средней жесткости. Накладываются ограничения для использования высокоскоростных и энергоемких способов обработки.

Конструкция корпуса характеризуется стенками примерно равной толщины. Это позволяет избегать деформаций при термообработке. Конструктивные элементы с малыми радиусами переходов могут проявлять себя как концентраторы напряжений. Для получения заданных размеров детали рационально с точки зрения экономики применять станочное оборудование нормального класса точности.

Доступность инструмента к обрабатываемым поверхностям корпуса ограничена для внешней поверхности. Для внутренних отверстий ступенчатость с ограничением выхода инструмента также вызывает технические затруднения. К не технологичным можно отнести глубокое отверстие 32Н7 мм, которое находится в центре довольно длинной детали (400мм). Отверстие подлежит выполнять за несколько технологических переходов. К критериям не технологичности также можно отнести отсутствие канавок для выхода режущего инструмента, на диаметре 48Н14 мм.

Технологичность конструкции корпуса с точки зрения ее механической обработки обеспечивается не в полной мере.

Механическая обработка возможна твердым сплавом. Материал режущей части лезвийного инструмента (кроме фрезы и сверл) – твёрдые сплавы Т15К6 и ВК8, ВК12. После окончательной заточки инструмент подвергают напылению специальным титановым порошком, что способствует его технологической стойкости при оптимальных режимах резания. Вся широкая номенклатура режущего инструмента из этих сплавов наиболее эффективна при обработке конструкционных сталей.

Анализ свидетельствует о не полной технологичности конструкции детали. В данной работе необходимо решить задачи в соответствии с заданием.

## **2 Разработка технологической части работы**

### **2.1 Выбор стратегии разработки техпроцесса**

Форма детали – относительно простая. Корпус относится по форме к телам вращения симметричного типа [10]. Форма ограничена плоскими и цилиндрическими поверхностями. Корпус не имеет сложных внутренних полостей, геометрически ориентирован по двум осям.

Маршрут обработки [10, 21]:

- токарная операция,
- фрезерная операция,
- сверлильная операция,
- цементация,
- термообработка,
- круглошлифовальная.

Из чертежа детали следует, что для токарной операции следует применять универсальные приспособления – трех кулачковый патрон с пневматическим приводом и оправку для установки и закрепления заготовок.

### **2.2 Выбор метода получения заготовки**

Метод получения заготовки, предлагаемый к использованию в разрабатываемом технологическом процессе, позволяет использовать его технологические возможности для достижения необходимой геометрической точности [5]. Выбирается в проектом варианте технологического процесса исходная заготовки по минимуму совокупности затрат, включая минимум механической обработки. Это определяется тем, что для снятия меньшего припуска, необходимо минимальное количество рабочих ходов и операций в разрабатываемой технологии.

По существующей на предприятии технологии заготовка корпуса отрезается ленточной пилой из сортового проката ГОСТ 2590-2006 диаметром 135 мм. В результате механической обработки такой заготовки более 60% идет в стружку. В базовой технологии требуется большое количество металлообрабатывающего режущего инструмента. Это недостаток в существующем технологическом процессе. Вариант замены - изготовления заготовки на поперечно-клиновой машине. В качестве заготовки, учитывающей конфигурацию детали, используется обработка поперечно-клиновым прокатом (ПКП). Это один из совершенных способов получения заготовок деталей цилиндрической формы типа тел вращения с уступами и выступами. Коэффициент использования металла приближается к единице, а точность сопоставима с токарной обработкой. При его использовании появляется техническая возможность назначить минимальные припуски на сторону в интервалах от 1,65 до 2,65 мм. При использовании указанного типа заготовок повышаются механические свойства материала. Это сказывается на повышении технической надежности корпуса при его эксплуатации. Выбранный метод имеет высокую техническую производительность, что также удешевляет стоимость заготовок.

Принятый вариант получения заготовки предполагает при выполнении процесса предварительно провести нагрев отрезанного сортового прутка. Нагрев мерных заготовок в разрабатываемом технологическом процессе предполагается производить индукционным способом на промышленной установке с использованием токов высокой частоты (ТВЧ). Использование этого способа предварительного нагрева заготовок позволит исключить из технологической цепочки использование дорогостоящего углеводородного топлива, предотвратит появление окалины, существенно повлияет на общую экологическую обстановку как внутри цеха, так и за его пределами.

Далее за один радиальный технологический оборот исполняющих фасонных механизмов и насадок барабанов специализированного станка или

за один разовый циклический рабочий поворот фасонных инструментальных пластин и других приспособлений формируется полный профиль заготовки.

### 2.3 Выбор методов обработки поверхностей

Все методы указаны в таблице 5 [11].

Таблица 5 - Последовательность обработки

Поверхность	Вид	Квалитет	Шероховатость, Ra	Переходы
1	2	3	4	5
1	Торец	14	Ra 6,3	Подрезать торец на 2 мм
2	Цилиндрическая наружная поверхность	14	Ra 6,3	Точить поверхность в 2 прохода t=1,5 и 0,5мм
3, 5, 6	Цилиндрическая и коническая поверхности	14	Ra 6,3	Точить поверхность в 2 прохода t=1,5 и 0,5мм
4, 7 - 11	Цилиндрическая наружная поверхность	14	Ra 6,3	Точить поверхность в 3 прохода: 2 по t=1,5 и 1 по 0,5мм
12,13	Торец, цилиндрическая поверхность	7	Ra 1,6	Точить поверхность с припуском 0,4 мм в 2 прохода t=1,5 и 0,5 мм; Фрезеровать лыску и паз цементировать глубину 0,6-0,8 мм; Термообработка; Круглая и торцевая шлифовка в чистовые размеры
15	Торец	14	Ra 6,3	Подрезать торец на 2 мм
17	Паз	14	Ra 6,3	Фрезеровать лыску и паз; цементировать на глубину 0,6-0,8 мм, термообработка
14-24	Торцевые, цилиндрические и коническая внутренняя поверхности	14	Ra 6,3	Центровать отверстие; Сверлить отверстие; Расточить поверхности и канавки в 2 прохода t=1,5 и 0,5 мм
26	Внутренняя цилиндрическая поверхность	7	Ra 1,6	Центровать отверстие; Сверлить отверстие; Расточить поверхность в 2 прохода t=1,5 и 0,5 мм; Развернуть отверстие в чистовой размер

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5
25,27,28,30	Внутренняя цилиндрическая поверхность	14	Ra 6,3	Центровать отверстие; Сверлить отверстие; Расточить поверхность в 2 прохода t=1,5 и 0,5 мм
29,31	Внутренняя цилиндрическая и коническая поверхности	10	Ra1,6	Центровать отверстие; Сверлить отверстие; Расточить поверхность в 2 прохода t=1,5 и 0,5 мм с припуском под шлифовку 0,4мм; Внутришливальная
32,34	Внутренняя цилиндрическая поверхность и фаска	14	Ra 6,3	Центровать отверстие; Сверлить отверстие; Расточить поверхность в 2 прохода t=1,5 и 0,5 мм

## 2.4 Определение припусков и проектирование заготовки

Коэффициент использования материала:

$$КИМ = \frac{q}{Q_2}, \quad (1)$$

где q – масса корпуса, q = 42,8 кг;

Q – масса заготовки после поперечно-клиновой прокатки, Q=51,6 кг.

$$КИМ = \frac{42,8}{51,6} = 0,83.$$

Припуски, мм:

- 3 – на номинальный размер 134 мм и шероховатость поверхности 6,3 мкм;
- 3 - на номинальный размер 120 мм и и шероховатость поверхности 6,3 мкм;
- 5 - номинальная длина 400 мм и шероховатость поверхности 6,3 мкм.

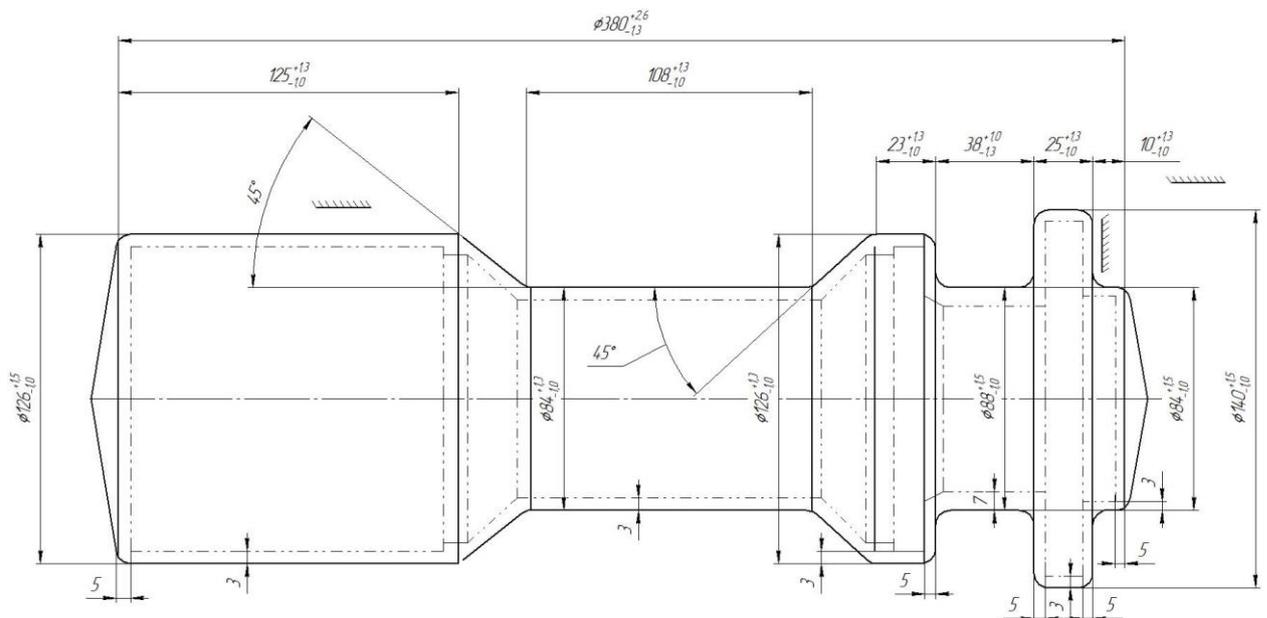


Рисунок 5 - Эскиз заготовки

Длина, ширина и высота заготовки и их допускаемые погрешности

Размеры заготовки, мм:

- номинальный диаметр  $134 + 2 \cdot 3 = 140$  мм. Принимается 140 мм,
- номинальный диаметр  $120 + 2 \cdot 3 = 126$ . Принимается 126 мм,
- номинальная длина  $400 + 2 \cdot 5 = 410$ . Принимается 410 мм.

Технологические радиусы закругления всех наружных углов - 3,0 мм (минимальный).

Руководствуясь техническими требованиями ГОСТ 7505-89 принимаем допускаемые отклонения размеров получаемой заготовки корпуса, мм:

- диаметр  $140_{-1,0}^{+1,5}$ ;
- диаметр  $126_{-1,0}^{+1,5}$ ;
- длина 380 - размер для справок.

Допустимая величина высоты заусенца 2,0 мм.

Детализируем процесс поэтапного получения проектного размера диаметром  $120_{-0,063}$  мм h8 Ra 1,25 мм:

- заготовка после поперечно-клиновой прокатки;

- точность на выбранном типе оборудования должна соответствовать 12 качеству;

- деталь будет устанавливаться в процессе механической обработки резанием в патроне и люнете.

Параметры заготовки: 14 кв. Ra 40 мкм, h = 250 мкм.

1. Опишем технологическую последовательность процесса снятия припуска по диаметру  $120_{-0.063}$  мм и установим шероховатость в процессе резания и фактический размер дефектного слоя h.

- 1-й этап обработки: точение черновое с 11 качеством и шероховатостью после обработки Rz 6,3 мкм, а дефектный слой h = 40 мкм;

- 2-й этап обработки: точение получистовое и соответственно получается 9 качество, Rz 3,2 мкм, h = 30 мкм;

- 3-й этап обработки: точение чистовое. 8 качество, Ra 2,5 мкм; h = 20 мкм;

- термообработка: снижение на единицу качества до 9 качества, h = 30 мкм;

- 4-й этап обработки: шлифование и параметры 8 качество, Ra 1,25 мкм; h = 12 мкм.

Пространственные отклонения заготовки:

$$\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2}, \quad (2)$$

где  $\rho_{см}$  – смещение оси,  $\rho_{см} = 200$  мкм;

$\rho_{кор}$  – коробление корпуса:

$$\rho_{кор} = \Delta_k \cdot \frac{L}{2} = 1 \cdot \frac{390}{2} = 195 \text{ мкм}, \quad (3)$$

где  $\Delta_k$  – удельная кривизна,  $\Delta_k = 1$  мкм;

L – длина корпуса, мм.

$$\rho_{3AG} = \sqrt{195^2 + 200^2} = 286 \text{ мкм.}$$

Остаточная пространственная погрешность исходная и по переходам:

$$\rho_{OCT} = K_V \cdot \rho_{3AG}, \quad (4)$$

$$\rho_1 = 0,05 \cdot \rho_{3AG} = 0,05 \cdot 286 = 14,3 \text{ мкм};$$

$$\rho_2 = 0,04 \cdot \rho_{3AG} = 0,04 \cdot 286 = 11 \text{ мкм};$$

$$\rho_{TO} = \sqrt{\rho_{KOP}^2 + \rho_2^2} = \sqrt{\left(0,05 \cdot \frac{390}{2}\right)^2 + 11^2} = \sqrt{195^2 + 11^2} = 195 \text{ мкм};$$

$$\rho_3 = 0,04 \cdot \rho_{TO} = 0,04 \cdot 195 = 8 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки назначают по справочным данным [11].

Минимальные припуски:

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (5)$$

где  $i$  - этап обработки.

Общий припуск

$$2 \cdot Z_{\min}^0 = 0,80 + 0,152 + 0,244 + 1,448 = 2,644 \text{ мм},$$

$$2 \cdot Z_{\max}^0 = 0,103 + 0,164 + 0,27 + 3,8 = 4,337 \text{ мм}.$$

Общий номинальный припуск:

$$2 \cdot Z_{НОМ}^0 = 2 \cdot Z_{\min}^0 + |H_3| - |H_D| = 1,322 + 1,0 - 0,039 = 2,32 \text{ мм.} \quad (6)$$

где  $H_3$  – нижнее отклонение размера у заготовки:  $H_3 = 1,0$  мм;

$H_D$  – нижнее отклонение чертежного размера:  $H_D = 0,039$  мм.

Номинал припуска  $2 \cdot Z_{НОМ}^0 = 2,3$  мм. Все расчёты параметров припусков сводим в таблицу 6.

Таблица 6 – Припуски для поверхности корпуса диаметром 120 мм

Технологический маршрут	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{min}$ , мкм	Расчетный минимальный размер, мм	Допуск на изготовление $T_d$ , мкм	Принятые (округленные) размеры по переходам, мм		Полученные предельные припуски, мкм	
	$Rz$	$h$	$\Delta$	$\varepsilon$				$d_{min}$	$d_{max}$	$Z_{min}$	$Z_{max}$
ПКП	160	280	286	-	-	125,140	2500	121,9	124,4	-	-
Обтачивание черновое	63	40	14	30	2·724	122,590	100	120,4	120,5	1,448	3,848
Обтачивание полустовое	32	30	11	30	2·122	120,490	74	120,192	120,266	0,244	0,27
Обтачивание чистовое	10	20	195	10	2·76	120,053	62	120,041	120,103	0,152	0,164
Шлифование чистовое	6,3	12	8	8	2·40	119,937	39	119,937	120,0	0,08	0,103

1. Принятый в проектном технологическом процессе вариант получения заготовки технически наиболее рационален и позволяет реализовать на практике технические требования.

2. Технологические припуски, реализованные в выбранном варианте заготовки, позволяют достичь требуемых размеров, обеспечив параметры проектной шероховатости поверхности.

## 2.5 Разработка технологического маршрута

Маршрут обработки представлен в таблице 7.

Таблица 7 - Технологический маршрут

№	Метод	Обрабатываемая поверхность	№ опер.	Операция
1	Механическая обработка резанием	Наружные цилиндрические, конические и торцевые	005 2 уст.	Токарная
2	Механическая обработка резанием	Внутренние цилиндрические, конические и торцевые	005 2 уст.	Токарная
3	Механическая обработка резанием	17,36	010	Фрезерная
4	Механическая обработка резанием	33,35	015	Сверлильная
5	Термохимический	13,15,17,19	020	Цементация
6	Термический	13,15,17,19	025	Закалка с отпуском
7	Механическая обработка резанием	13,15	030	Торцециркулошлифовальная
8	Механическая обработка резанием	13,15	035	Внутрициркулошлифовальная
9	Промывка с моющими составами	Все поверхности	040	Моечная
10	Отделка, клеймение	Все поверхности	045	Слесарная
11	Технические измерения	Обработанные поверхности	050	Контрольная
12	Упаковка	Все поверхности	055	Упаковочная

## 2.6 Выбор средств технологического оснащения

По заданию годовой выпуск корпуса составляет 3000 штук. Рациональным будет выполнять его обработку на универсальном станочном оборудовании. Выбранное оборудование и приспособления занесем в таблицу 8 с указанием кратких технических данных.

В разрабатываемом технологическом процессе предполагается использовать специализированный режущий инструмент, что позволит значительно увеличить производительность труда.

Обработка наружных поверхностей будет производиться высокопроизводительными резцами с механическим креплением пластин. Механическое крепление обеспечивает быструю замену изношенных пластин самим токарем без посторонней помощи и 100% использование ресурса пластины (всех режущих кромок) [7, 16, 17, 21].

Таблица 8 - Распределение оборудования по операциям

№ опера	Наименование станка	Режущий инструмент	Приспособление и вспомогательный инструмент	Мерительный инструмент
1	2	3	4	5
005 А	Станок токарный универсальный 160НТ	Резец проходной упорный PCLNR 2020K12 ТУ 2-035-892-82 T15K6 Сверло 32 мм P6M5K5 Резец расточной 2120-0501 ГОСТ-18874-73 T15K6 Резец канавочный T15K6 035-2126-1187	Трёх кулачковый патрон ПЗК 250Ф6 Люнет станочный ГОСТ 21190-75	Штангенциркуль ШЦ-2-200-0.05 ГОСТ 166-89  Угломер тип 1-2 ГОСТ 5378-88  Калибр-пробка 8133-0957 ГОСТ 14810-69  Нутромер индикаторный . 50-160 ГОСТ 868-62
005 Б	•	Резец проходной упорный PCLNR 2020K12 ТУ 2-035-892-82 T15K6 Сверло 31 мм T15K6 870-3100-31L32-8 Резец расточной R429U-A16-08028 ТСО6А T15K6 Резец канавочный расточной T15K6 035-21280543 JCN 2В10-8-84 Раскатка регулируемая	Трёхкулачковый ПЗК 250Ф6 Люнет станочный ГОСТ 21190-75	Штангенциркуль ШЦ-2-200-0.05 ГОСТ 166-89  Нутромер индикаторный 50-160 ГОСТ 868-62
010	Станок вертикально-фрезерный 6Р12	Фреза концевая с коническим хвостовиком P6M5K5  20 035-223-0104 ОСТ 2И62-2-75  Фреза дисковая P6M5 диаметр	Специализированное станочное приспособление	Штангенциркуль ШЦ-2-200-0.05 ГОСТ 166-89

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5
		40 мм 2252-0006 ГОСТ 10673-75		
01 5	Вертикально-сверлильный станок МН-25Н-01	Сверло диаметр 14 мм 035-2301-1033 Р6М5 ОСТ 2И20-2-80; 16 мм Р6М5 ОСТ 2И20-2-80 Сверло центровочное 035-2317-0101 Р6М5К5 ОСТ 2И20-5-80	Тиски станочные 7200-0216 ГОСТ 16518-96 250мм поворотные ГМ-7225П-02	Штангенциркуль ШЦ-2-125-0.05 ГОСТ 166-89  Калибр-пробка 8133-0957 ГОСТ 14810-69
35	Круглошлифовальный станок 3А164А	Круг шлифовальный 3 380x120x60 24А 40F 7 V5 35м/с 1 А ГОСТ 52781-2007	Трёх кулачковый с независимым перемещением кулачков мембранный D210	Штангенциркуль ШЦ-2-200-0.05 ГОСТ 166-89  Микрометр МК100-125 ГОСТ 6507-90
40	Внутришлифовальный станок 3К228В	Круг шлифовальный 10x60 24А 40F 7 V5 35м/с 1 А ГОСТ 52781-2007	Трёх кулачковый с независимым перемещением кулачков мембранный D210	Штангенциркуль ШЦ-2-200-0.05 ГОСТ 166-89  Нутромер индикаторный . 50-160 ГОСТ 868-62

В разрабатываемом технологическом процессе предполагается использовать универсальный измерительный инструмент, перечисленный в разделе 2.6.

### 2.7 Проектирование технологических операций

Необходимо выбрать режимы резания при проектировании операций, такие, чтобы обеспечивалась максимальная производительность и благодаря этому минимальная себестоимость [9, 14].

Порядок выбора режимов резания при токарной обработке:

Определить глубину резания  $t$ , мм.

Выбрать подачу  $S$ , мм/об.

Корректировать по паспорту станка.

Скорость резания рассчитывается с учетом обрабатываемого материала заготовки. Необходимо подставить в уравнение глубину резания с подачей. Существенным фактором являются параметры инструмента: материал режущей части резца, его геометрия. Необходимо учесть также вид обработки, характер обрабатываемой поверхности.

Частота вращения шпинделя  $n$  с учётом диаметра заготовки шейки  $d_{\text{заг}}$ :

$$n = \frac{1000V}{\pi d_{\text{заг}}}, \text{об/мин} \quad (8)$$

где  $V$ - скорость резания, м/мин;

$D$ - диаметр заготовки, мм.

Определяем машинное (основное) время:

$$T_o = \frac{L \times i}{n \times S}, \text{МИН} \quad (9)$$

где  $i$  – число проходов.

Определяем мощность:

$$N_p = \frac{C_p t S^{0,75} V_d}{102 \cdot 60}, \quad (10)$$

где  $C_p$  – коэффициент силы резания;

$t$  – глубина резания. мм;

$S$  – подача, мм/об;

$V_d$  – скорость точения., м/мин.

Сумма времени на обработку на установе А 9,22 мин.

Аналогичные режимы резания будут применяться и на установе Б.

Таблица 9 – Параметры на операции изготовления корпуса

№ перехода	Наименование перехода	Размер		Режимы обработки				Подача, мм/мин	Время основное ТО, мин	Число проходов
		D, мм	L, мм	t, мм	S, мм /об	V <sub>p</sub> , м/ мин	n, мин <sup>-1</sup>			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Подрезать торец начерно	126	63,5	2,5	0,4	150	382	152	0,42	1
2	Подрезать торец начисто	126	63,5	0,5	0,25	230	580	146	0,64	1
3	Точить наружную поверхность начерно 2,3,4,6.	70-120	260	2,5	0,5	156	636	318	0,82	1 1
4	Точить наружную поверхность получистовая 2,3,4,6.	32-120	120	1,1	0,25	248	658	164	0,73	1 1
5	Точить наружную поверхность начисто 2,3,4,6.	32-120	120	0,23	0,08	374	992	80	1,5	1 1
6	Центровать отверстие	6	6	3	0,14	25	1327	185	0,03	1
7	Сверлить отверстие	32	240	16	0,5	42	418	209	1,14	1
8	Расточить отверстие	40	206	2	0,25	80	637	159	1,3	1
9	Расточить отверстие	54	176	2	0,25	80	472	128	1,4	3
10	Расточить отверстие	80	113	3	0,25	80	318	118	0,96	4
11	Расточить отверстие	85	22	2,5	0,25	80	300	80	0,28	1

Сумма основного времени, затраченная на обработку, 4,91 мин. На всю токарную операцию: 14,13 мин.

На фрезерную операцию для перехода с концевой фрезой (скорость 125 м/мин, подача 0,6 мм/об, обороты 1990 об/мин, 398 мм/мин) : 0,21 мин. Для фрезерования паза (скорость 155 м/мин, подача 0,3 мм/об, обороты 1234 об/мин, 370 мм/мин) : 0,21 мин. Суммарно будет 0,42 мин.

На сверлильную операцию: зацентровка равна 0,08 мин, сверление 0,31 мин.

Режимы резания для точения шейки [14, 21]:

- глубина резания  $t = 2,5$  мм,

- подача  $S = 0,5$  мм/об.

Скорость резания  $V_p$  для обработки наружной поверхности [9]:

$$V_p = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \quad (11)$$

Расчет частоты вращения шпинделя для обработки фасонной поверхности:

$$n = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D} \quad (12)$$

Рассчитываем мощность для максимально нагруженного перехода:

$$N_p = \frac{C_p \cdot t \cdot S^{0,75} \cdot V_d}{102 \cdot 60} \quad (13)$$

$$N_p = \frac{235 \cdot 2,5 \cdot 0,5 \cdot 150}{6120} = 7,1 \text{ кВт}$$

Мощность станка

Определяем машинное время:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} \quad (14)$$

Для окончательной обработки отверстия диаметром 32 мм с шероховатостью 0,8 мкм применим после сверления раскатку с регулированием вылета калибровочных шариков. Подача 0,2 мм/об, обороты 270 об/мин, натяг 0,07 мм (давление 200 Па).

«Техническая норма времени на выполнение операции складывается из подготовительно - заключительного времени и штучного времени на изготовление одной детали»[13]:

$$T_{н.вр.} = T_{шт.} + T_{п.з.} \quad (15)$$

“где  $T_{н.вр.}$  - техническая норма времени на выполнение операций, мин.;

$T_{п.з.}$  - подготовительно - заключительное время, мин.;

$T_{шт.}$  - штучное время, мин” [12].

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_{осн.} + T_{всп.} + T_{обсл.} + T_{отд.} \quad (16)$$

«где  $T_{осн.}$  - основное время, мин.;

$T_{всп.}$  – вспомогательное время, мин.;

$T_{отд.}$  - время перерыва на личные надобности, мин.;

$T_{обс.}$  - время обслуживания рабочего места, мин» [13].

Определяем вспомогательное время, “затрачиваемое на установку, зажим и снятие детали, на управление станком, подвод и отвод резца, измерение детали” [13] определяется по таблицам в зависимости от веса детали и способа ее закрепления на станке.

Для операции 005:  $T_{всп.} = 0,38$  мин.

Для операции 010:  $T_{всп.} = 0,55$  мин.

Для операции 015:  $T_{всп.} = 0,24$  мин.

Определяем время обслуживания рабочего места  $T_{обс.}$  – время на смену инструмента составляет от оперативного времени 6%:

$$T_{\text{обс.}} = 0,06 \cdot T_{\text{оп.}} \quad (17)$$

$$T_{\text{обс.005}} = 0,06 \cdot 14,52 = 0,87 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{обс.010}} = 0,06 \cdot 0,97 = 0,06 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{обс.015}} = 0,06 \cdot 0,63 = 0,04 \text{ мин.}$$

где  $T_{\text{оп}}$  - оперативное время, мин.

На токарную, фрезерную и сверлильную операции:

$$T_{\text{оп}} = 14,14 + 0,38 = 14,52 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{оп010}} = 0,42 + 0,55 = 0,97 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{оп015}} = 0,39 + 0,24 = 0,63 \text{ мин.}$$

Определяем время на отдых  $T_{\text{отд.}}$ . Он составит 4% от оперативного времени:

$$T_{\text{отд.}} = 0,04 \cdot T_{\text{оп.}} \quad (18)$$

$$T_{\text{обс.005}} = 0,04 \cdot 14,52 = 0,58 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{обс.010}} = 0,04 \cdot 0,97 = 0,05 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{обс.015}} = 0,04 \cdot 0,63 = 0,03 \text{ мин.}$$

Определяем  $T_{\text{п.з.}}$  - подготовительно - заключительное время:

$$T_{\text{п.з.005}} = 20 \text{ мин.};$$

$$T_{\text{п.з.010}} = 15 \text{ мин.};$$

$$T_{\text{п.з.015}} = 15 \text{ мин.}$$

Тогда по всем операциям штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = 14,52 + 0,38 + 0,58 + 0,87 + \frac{20}{24} = 17,18 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт.к.}} = 0,97 + 0,55 + 0,05 + 0,06 + \frac{15}{24} = 2,3 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{шт.к.}} = 0,63 + 0,24 + 0,03 + 0,04 + \frac{15}{24} = 1,6 \text{ мин.}$$

В разделе спроектированы операции лезвийной обработки.

Технологическая документация в приложении А (маршрутная карта) и Б (операционная карта и карта эскизов).

### 3 Проектирование специальных средств оснащения

#### 3.1 Сбор исходных данных

В соответствии с заданием, выбрана конструкция приспособления для установки и закрепления детали корпус для обработки лыски на диаметре  $134h14 (-0,52)$  мм в размер  $127h12(-0,4)$  мм и паза на торцевой поверхности шириной 50 мм и глубиной 4 мм. Обработка лыски производится на фрезерном станке 6Р82 концевой фрезой из Р6М5.

Обработка паза будет производиться трехсторонней дисковой фрезой диаметром 40 мм 2252-0006 ГОСТ 10673-75с коническим хвостовиком.

Базирование будет производиться от наружного диаметра  $78h10(-0,12)$  мм.

#### 3.2 Расчет сил резания

Силы, действующие на заготовку в процессе обработки, представлены на рисунке 9, 10.

Силу резания определяем из формулы [21]:

$$P_z = \frac{10C_p t^x s_z^y B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} K_{mp}, \quad (19)$$

где  $C_p$  – эмпирический коэффициент,  $C_p = 12,5$ ;

$x$  – показатель степени,  $x=0,85$ ;

$y$  – показатель степени,  $y=0,75$ ;

$n$  – показатель степени,  $n=1$ ;

$B$  – ширина фрезерования,  $B=15$  мм;

$q$  – показатель степени,  $q=0,73$ ;

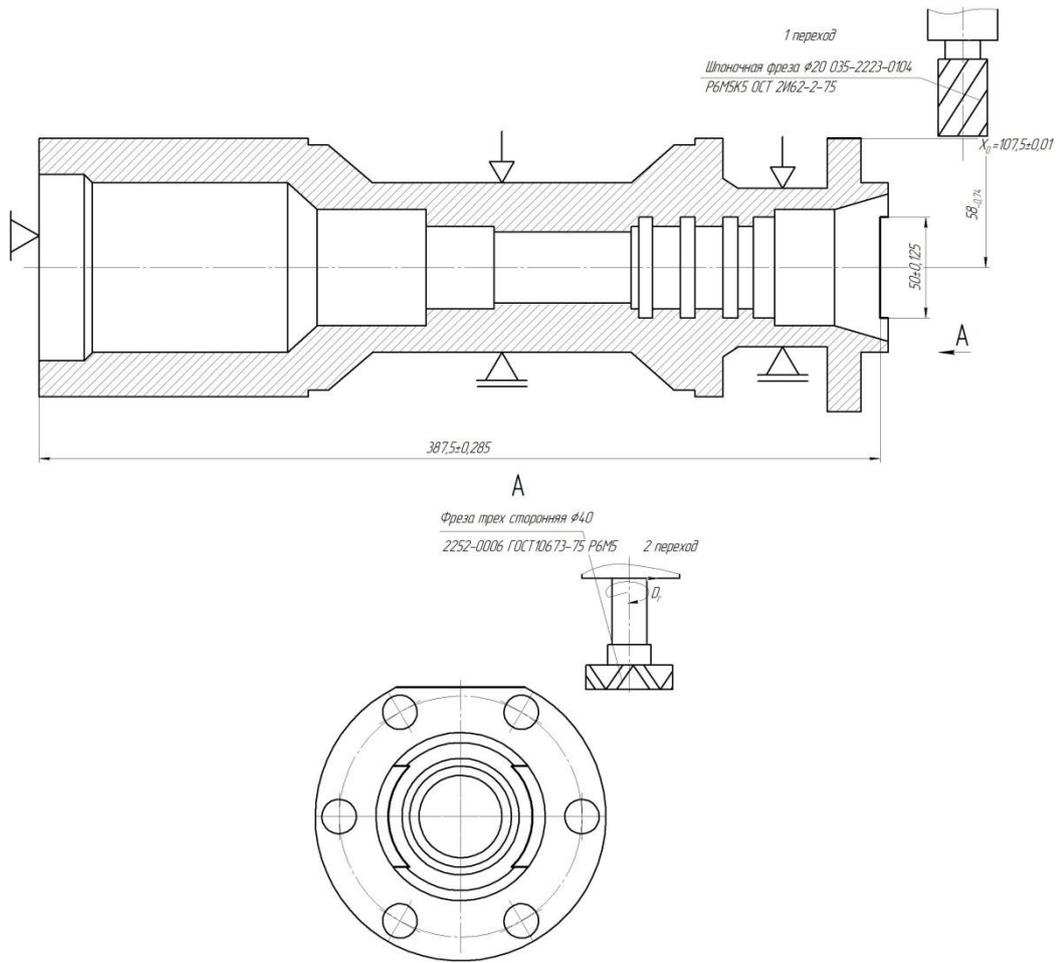


Рисунок 9 – Операционный эскиз

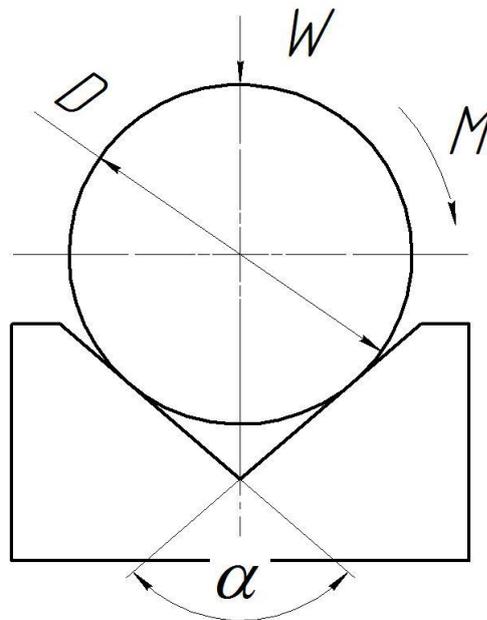


Рисунок 10 – Схема сил резания

$w$  - показатель степени,  $w=0,13$ ;

$K_{Mp}$  - «поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания» [15].

$$K_{Mp} = \left( \frac{\sigma_s}{750} \right)^n = \left( \frac{600}{750} \right)^{0,75} = 0,85, \quad (20)$$

где  $\sigma_s$  - предел прочности,  $\sigma_s = 600$  МПа;

$n$  – показатель степени ( $n=0,75$ ).

Определяем силу резания:

$$P_z = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 4,5^{0,85} \cdot 0,05^{0,75} \cdot 15^1 \cdot 6}{40^{0,73} \cdot 1234^{-0,13}} \cdot 0,85 = 620 \text{ Н}.$$

Определяем крутящий момент, действующий на заготовку, по формуле [21]:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000}, \quad (21)$$

где  $P_z$  – сила резания, Н;

$D$  – диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

$$M_{кр} = \frac{620 \cdot 134}{2 \cdot 1000} = 41,5 \text{ Нм}.$$

### 3.3 Расчет усилия зажима

Расчет усилия зажима в приспособлении [18,19]:

$$W = \frac{K \cdot M}{\frac{f_1 \cdot D}{2} + \frac{f_2 \cdot D}{2 \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}}, \quad (22)$$

где  $D$  – диаметр базовой поверхности заготовки, м;

$K$  – коэффициент запаса;

$M$  – крутящий момент;

$f_2, f_1$  – коэффициент трения,  $f_2=f_1=0,15$ .

$\sin(0,5 \cdot 90^\circ) = \sin 45^\circ = 0,707$ .

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (23)$$

где  $K_0$  – минимальный коэффициент запаса,  $K_0 = 1,5$  [22-24];

$K_1$  – коэффициент для равномерного резания,  $K_1 = 1,0$ ;

$K_2$  – коэффициент, учитывающий износ инструмента,  $K_2 = 1$ ;

$K_3$  – коэффициент при прерывистом резании,  $K_3 = 1,2$ ;

$K_4$  – коэффициент постоянства зажима пневматических и гидравлических зажимов,  $K_4 = 1,0$ ;

Коэффициенты  $K_5$  и  $K_6$  не учитываются.

$$K = 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 = 1,2$$

Принимаем равным  $K = 2,5$  (согласно ГОСТ 12.2.029-77)

$$W = \frac{2,5 \cdot 41,5}{\frac{0,15_1 \cdot 0,075}{2} + \frac{0,15_2 \cdot 0,075}{2 \cdot \sin\left(\frac{90}{2}\right)}} = 7410H. \quad (24)$$

### 3.4 Расчёт зажимного механизма

В качестве расчетной схемы принимаем схему, изображенную на рисунке 11 [21].

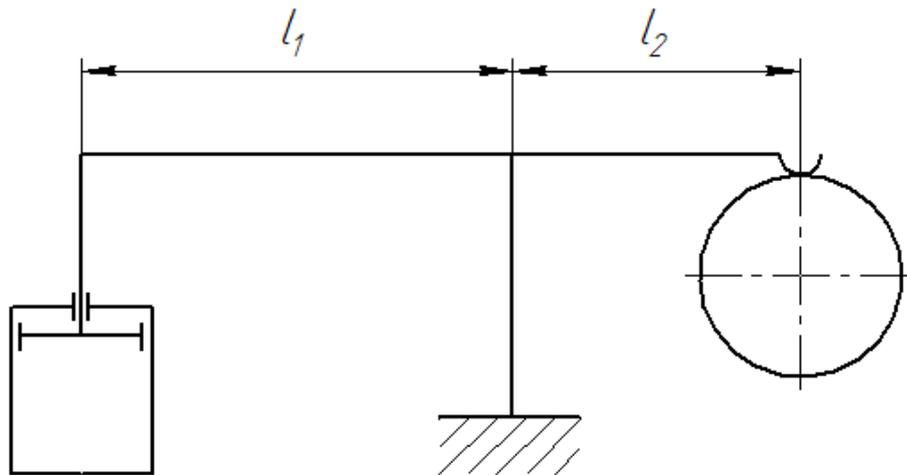


Рисунок 11 - Схема определения параметров привода

Плечи рычага берем в соответствии с чертежом,  $l_1=210$  мм;  $l_2=105$  мм.

Исходя из расчетной схемы, усилие на штоке гидроцилиндра  $Q$  будет равно

$$Q \cdot l_1 = W \cdot l_2, \quad (25)$$

$$Q = \frac{W \cdot l_2}{l_1} = \frac{7410 \cdot 105}{210} = 3705H.$$

Тогда:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{p}}, \quad (26)$$

где  $p$  – давление, МПа.

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{3705}{2,5}} = 43 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметры поршней гидроцилиндров равными 63 мм, диаметры штоков 18 мм.

### 3.5 Расчёт погрешности установки заготовки в приспособлении

В проектируемом приспособлении для установки детали используем две призмы и жесткую боковую опору. Базирование детали осуществляется в призмах по диаметру 78h10. Опора установлена с левого торца и необходима для ориентации заготовки на продольный размер. К призмам корпус будет прижимать прихваты.

Базирование в двух призмах лишает заготовку четырех степеней свободы, упор в левый торец - одной. Сила зажима реализует шестую точку базирования. Шестой степени свободы деталь лишается за счет усилий трения между деталью и прихватами (рисунок 11).

Таким образом, суммарное количество лишаемых степеней свободы шесть, что соответствует ГОСТ 21.495-76 для базирования детали типа вал.

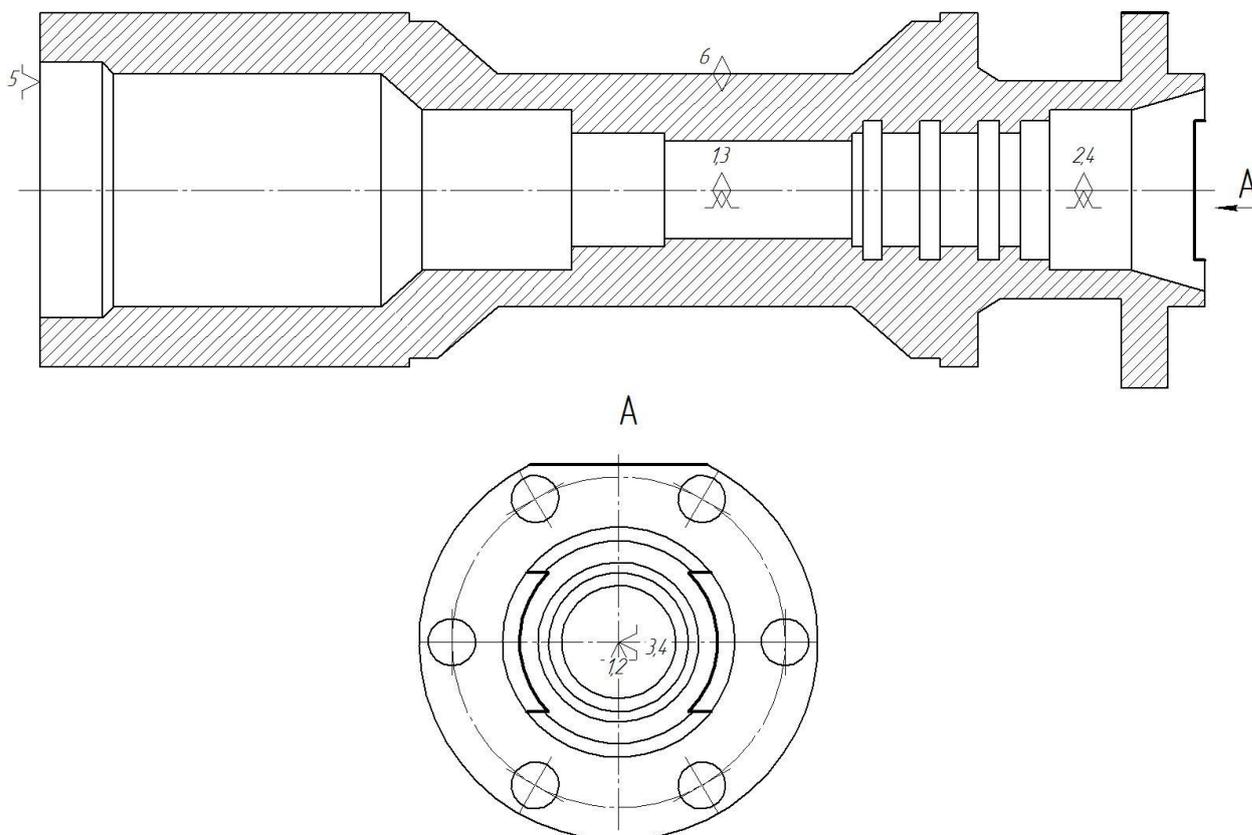


Рисунок 11 - Схема базирования заготовки

Деталь базируется на призматические опоры по диаметру 75 мм с жестким продольным упором. На данной операции получаем размер лыски 125 мм и паз шириной 50 мм.

Определяем погрешность базирования по формуле:

$$\varepsilon_{\delta} = 0,5 \cdot T_{\delta} \left( \frac{1}{\sin \alpha} \right), \quad (27)$$

где  $\varepsilon_{\delta}$  – погрешность базирования;

$T_{\delta}$  – допуск на размер 75 мм;

$\alpha$  – угол призмы равный  $90^{\circ}$ .

$$\varepsilon_{\delta} = 0,5 \cdot 0,12 \cdot \left( \frac{1}{\sin 90^{\circ}} \right) = 0,06 \text{ мм.}$$

Сравниваем допуск на размер лыски  $T=0,4$  мм.

$$0,06 \text{ мм} \leq 0,4 \text{ мм.}$$

### 3.6 Описание конструкции и работы приспособления

Базирование детали производится по поверхности диаметра 75 мм в специальных призмах 5, которые смонтированы на корпусе приспособления 1.

После установки детали в призмы 5 и фиксации детали в осевом направлении упором 6 осуществляется зажим детали. Рабочая жидкость из гидросистемы подается через нагнетающий патрубок 13 в рабочую камеру гидроцилиндра состоящего из крышки 12, корпуса 11, штока совмещенного с поршнем 10, а так же дополнительных уплотнителей. При увеличении давления в рабочей камере гидроцилиндра поршень поднимается вверх, и поднимает вверх тягу 9 соединенную со штоком 10. Тяга 9 зафиксирована в прихвате 2 с помощью оси 8, и при движении толкает конец прихвата вверх.

Прихват 2 в свою очередь начинает проворачиваться на оси 4 установленной в стойке 3 и зажимает заготовку.

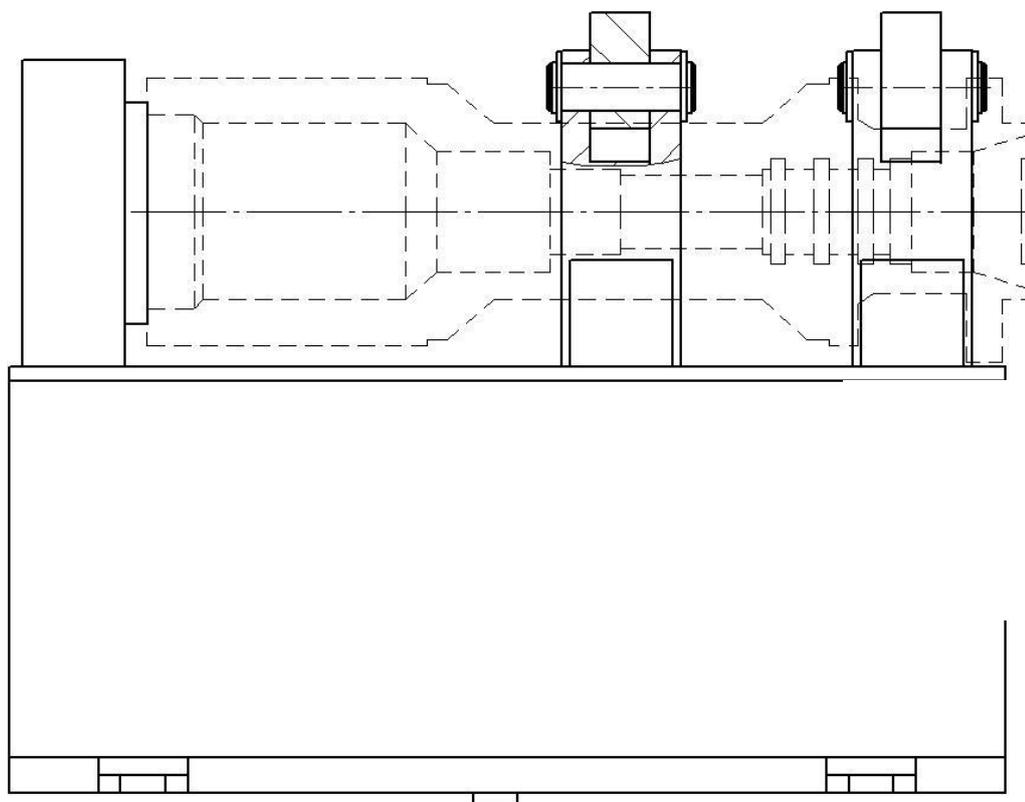


Рисунок 12 – Приспособление с заготовкой

После окончания обработки давление масла в нагнетающем трубопроводе снижается, и рабочая жидкость подается через сливной патрубок 14, оказывая давление на поршень с противоположной стороны. При этом шток 10 с тягой 9 опускается вниз, поворачивает прихват 2 и раскрепляет заготовку. Приспособление устанавливают на стол станка, и ориентируют при помощи двух шпонок, входящих в пазы стола. Для закрепления приспособления на столе станка используется четыре болта с Т-образной головкой, устанавливаемые в пазы стола станка. Конструкция приспособления допускает переналадку на обработку аналогичных деталей.

Спецификация представлена в приложении В.

### 3.7 Проектирование режущего инструмента

Исходные данные для проектирования токарного проходного резца. Материал обрабатываемой заготовки – легированная сталь. Максимальная глубина резания по технологии – 2,5 мм. Обработка – черновая и чистовая.

Выбираем материал для державки резца. По рекомендациям справочной литературы [1] принимаем сталь 40Х ГОСТ 1050-2013 [8], с пределом прочности равным:  $\sigma_B = 627$  МПа и допускаемым напряжением на изгиб  $\sigma_U = 200$  МПа. Исходя из условий обработки корпуса и выбранного режима резания, определяется сила резания  $P_z$  (в Н) [21]:

$$P_z = 9,8 \cdot C_{Pz} \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_{Pz}, \quad (28)$$

где  $C_{Pz}$  - коэффициент;

$t$  – глубина резания, мм;

$S$  – подача, мм/об;

$V$  – скорость резания, м/мин;

$K_{Pz}$  – поправочный коэффициент.

Показатели степени:  $x = 1,01$ ;  $y = 0,750$ ;  $n = -0,150$ . Расчетная скорость резания  $V_{расч}$ , м/мин, допускаемая режущими свойствами резца, определялась ранее и равна 150 м/мин,  $t = 2,5$  мм - глубина резания, мм и  $S = 0,25$  - подача, мм/об. Так как у нас в задании предел прочности стали отличен от  $\sigma_B = 750$  МПа, пересчитываем значение  $K_{Pz}$  по формуле

$$K_{mpz} = \left( \frac{\sigma_6}{750} \right)^{np}; \quad np = 0,6 \quad (29)$$

Постоянный коэффициент  $C_{Pz} = 300$  [21].

Тогда сила резания  $P_z$ , Н равна для максимальных режимов резания:

$$P_{z1} = 9,8 \cdot 300 \cdot 2,5^{1,0} \cdot 0,25^{0,75} \cdot 150^{-0,15} \cdot 0,6 = 735 \text{ Н.}$$

Исходя из полученных результатов, определяют размеры поперечного сечения державки резца, выдерживающей расчетную нагрузку (при условии  $h = 1,6 b$ )

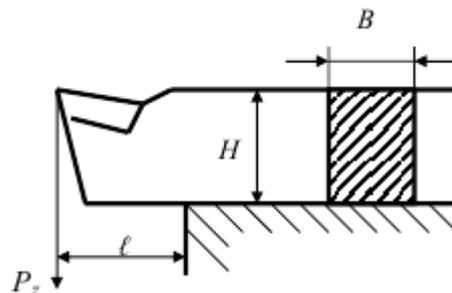
$$b = \sqrt[3]{\frac{P_z \ell}{2.56[\sigma_U]}} \quad (30)$$

$$b = \sqrt[3]{\frac{735 \cdot 60}{2.56 \cdot 627}} = 3 \text{ мм.}$$

$$h = 3 \cdot 1,6 = 4,8 \text{ мм.}$$

Полученную ширину державки резца корректируем по ГОСТу 18877-73. С учетом серийного производства увеличим расчетное значение в два раза и полученное значение и скорректируем до ближайшего значения.

С учетом соотношения  $h=1,6b$  определяем высоту  $h$ . Полученный расчетом размер также корректируем по ГОСТу 18877-73. Таким образом, получится сечение  $16 \times 10$  мм. Проверяем прочность и допустимую фактическую жесткость державки проектируемого резца по формулам 31 и 32.



$P_z$  – вектор силы резания;  $B$  и  $H$  – размеры поперечного сечения державки проектного резца;  $\ell$  – вылет проектного резца

Рисунок 13 – Расчетная схема для резца

«Условие по прочности державки резца:

$$\sigma_{\text{изг}} \leq [\sigma_{\text{изг}}], \quad (31)$$

где  $\sigma_{изг}$  – максимальное напряжение в резце от нагрузки,

$$\sigma_{изг} = \frac{M_{изг}}{W} = \frac{P_z l}{W}, \quad (32)$$

где  $M_{изг}$  – изгибающий момент, Нм;

$l$  – вылет, м;  $l=60$ мм;

$W$  – осевой момент сопротивления, м<sup>3</sup> (для прямоугольного сечения  $W = bH^2/6$ );

$[\sigma_{изг}]$  – допустимое напряжение, МПа. Для стали  $[\sigma_{изг}] = 200$  МПа» [8].

$$\sigma_{изг} = \frac{M_{изг} l}{W} = \frac{735 \times 60}{10 \times 256 / 6} = 103 \text{ МПа.}$$

$$103 < 200 \text{ МПа.}$$

Резец удовлетворяет условию по прочности для выбранных режимов. По ГОСТу 18877-73 выбираем длину резца  $L=190$ мм, конструктивные размеры  $n=6$ мм,  $\ell=8$ мм [15]. По ГОСТу 3882-74 выбираем материал режущей части резца Т15К6. [21]. По справочникам выбираются форма передней поверхности и геометрические параметры режущей части резца. Форма заточки - плоская с положительным передним углом для стали с  $\sigma_v \leq 800$  МПа. Основная схема работы для проектируемого резца представлена на рисунке 14.

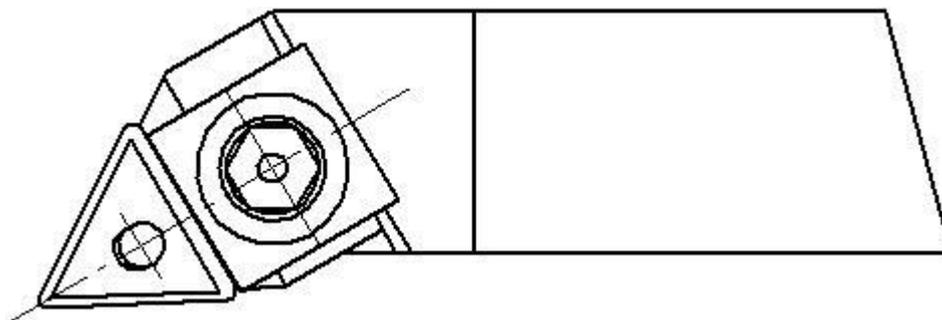


Рисунок 14 – Контурный резец

Так как номенклатура обрабатываемых изделий широкая и возможно силовая нагрузка выше, чем в расчетном случае, предлагается взять инструмент с максимальной площадью державки 32x32 мм. Для обеспечения жесткости и прочности выбираем материал - сталь 40Х ГОСТ 1050-88 с нормализацией. За основу конструкции выберем державку прямоугольной формы с отогнутым концом (рисунок 14). Выбранная нами режущая пластина длиной 27 мм обеспечивает обработку наружной поверхности с глубиной резания до 7,5 мм (в проекте максимум 2,5 мм). Разрабатывается токарный контурный резец с треугольной режущей пластиной. Особенностью этого резца является использование сборной конструкции державки для создания виброгасящего эффекта. В корпус 1 вставляется державка 2 резца, в которой сделаны на верхней и нижней гранях два небольших углубления под установку цилиндрических роликов 8. В торец державки вкручен винт 9 для выполнения точной настройки инструмента по вылету. Сбоку в корпусе вставляются базовые штифты, которые позволяют обеспечить настройку в продольном направлении. В корпусе 1 и державке 2 выполнено сквозное отверстие, через которое проходят винт 10, который осуществляет фиксацию за счет зажима державки между консолями корпуса 1. Основание корпуса и два ролика 8 создают силовое замыкание при фиксации инструмента. Режущая часть стандартная. Режущая пластина 3 установлена на штифт 6, запрессованный в державку 2. Штифт 6 фиксирует опорную пластину 4. Силовое замыкание обеих пластин происходит при помощи клина 5, который зажимается винтом 7, и за счет упорного буртика осуществляют поджим пластин. Использование упругих вставок обеспечивают гашение вибраций, возникающих в процессе резания. Степень демпфирования регулируется изменением момента закручивания винта 10. Гашение вибраций повышает стойкость режущей пластины, а также качество обработанной поверхности.

Спецификация на инструмент и приспособление приведены в приложениях В и Г.

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

Задача раздела – проектирование технологии изготовления корпуса с учетом стандартов безопасности труда.

### 4.1 Конструктивно-технологическая характеристика операции

В таблице 11 приведены данные по операции [3].

Таблица 11 - Паспорт объекта

Объект технологии изготовления	Технологическая операция	Наименование должности работника,	Оборудование, техническое приспособление	Материалы и вещества
Заготовительная	Штамповка	Штамповщик	Пресс	Сталь 34ХН3М, смазка графитовая
Корпус входного модуля	Токарная комплексная операция	Оператор станков с ЧПУ	Станок токарный универсальный 160НТ, патрон трех кулачковый центрирующий	Сталь 34ХН3М, обтирочная ветошь, среды (эмульсия), смазки

### 4.2 Идентификация профессиональных рисков

В таблице 13 рассматриваются риски. В подразделе приводится систематизация производственно-технологических и эксплуатационных рисков, к которым относят вредные и опасные производственные факторы, источником которых являются оборудование и материалы, используемые при изготовлении корпуса.

В таблице 12 рассматривается для выбранной операции риски.

Таблица 12 - Определение рисков

Технологическая операция, виды работ	Опасный и/или вредный производственный фактор (ОВПФ)	Источник ОВПФ
Штамповка	ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания Факторы физического воздействия: Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты	Пресс
Токарная: выполняются точение (черновое, полу- и чистовое), сверление глубокое, растачивание ступенчатых отверстий	Факторы физического воздействия: неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов движущиеся твердые объекты ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел	Станок токарный универсальный 160НТ, зажимные кулачки патрона, резцы, сверла СОЖ, стружка заготовка, инструмент
	ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел ОВПФ, связанные с электрическим током ОВПФ, связанные с электромагнитными полями Факторы химического воздействия: токсического, раздражающего (через органы дыхания) Факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия: Статическая нагрузка Перенапряжение анализаторов	Зона резания органы управления станком СОЖ, смазки Работы на станке Контроль размеров

### 4.3 Методы и технические средства снижения рисков

В разделе выбраны методы и средства снижения профессиональных рисков, которые необходимо использовать для защиты, или частичного снижения или полного устранения вредного и/или опасного фактора при изготовлении корпуса.

Снижение рисков обеспечивается мерами в таблице 13.

Таблица 13 – Мероприятия, связанные со снижением уровня ОВПФ

ОВПФ	Технические средства, организационно-технические методы	Средства индивидуальной защиты (СИЗ)
Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов	Защитный кожух на станке, ограждения Инструктажи по охране труда	Костюм для защиты от загрязнений, перчатки с полимерным покрытием, ботинки кожаные, очки защитные
Факторы химического воздействия: токсического, раздражающего (через органы дыхания)	Организация вентиляции Инструктажи по охране труда	-
ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел	Виброгасящие опоры снизить время контакта с поверхностью подверженной вибрации Инструктажи по охране труда	Резиновые виброгасящие покрытия
ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел	Организация вентиляции Инструктажи по охране труда Использование звукопоглощающих Материалов Инструктажи по охране труда	Применение противошумных вкладышей
ОВПФ, связанные с электрическим током ОВПФ, связанные с электромагнитными полями	Заземление станка изоляция токоведущих частей применение предохранителей Инструктажи по охране труда Соблюдение периодичности и продолжительности регламентированных перерывов	Резиновые напольные покрытия, перчатки с полимерным покрытием
Статическая нагрузка Перенапряжение анализаторов	Организация освещения Инструктажи по охране труда	-

#### 4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

В таблицах 14 – 16 информация по обеспечению пожарной безопасности, рассматриваются источники пожарной опасности, а также средства, которые необходимо применить, и меры организационного характера для обеспечения пожарной безопасности.

Таблица 14 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Используемое оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие факторы при пожаре
Прессы	Машина для ПКП	Класс D	Пламя и искры; тепловой поток	Части оборудования, изделий и иного имущества
Механической обработки	Токарный станок НТ 160	Пожар классов В и Е	Неисправность электропроводки; пламя и искры; возгорание промасленной ветоши	Вынос высокого напряжения на токопроводящие части станка Части разрушившегося оборудования, изделий и иного имущества; воздействие огнетушащих веществ

Таблица 15 – Средства пожаротушения

Средства пожаротушения				Оборудование
первичные	мобильные	стационарные	автоматики	
ящики с песком, пожарные гидранты, огнетушители	Пожарные автомобили	Пенная система тушения	Технические средства по оповещению и управлению эвакуацией	Напорные пожарные рукава

Таблица 16 – Выбор средств пожаротушения

СИЗ	Инструмент	Сигнализация
Веревки пожарные карабины пожарные противогазы, респираторы	Лопаты, багры, ломы и топоры ЩП-Б	Автоматические оповещатели

Таблица 17 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Процесс, оборудование	Организационно-технические меры	Нормативные требования
Технология изготовления корпуса, токарный универсальный станок НТ160	Хранение ветоши в негоряемых ящиках Применение смазочно-охлаждающих жидкостей на базе негорючих составов Общее руководство и контроль за состоянием пожарной безопасности на предприятии.	Наличие пожарной сигнализации, автоматической системы пожаротушения, первичных средств пожаротушения, проведение пожарных инструктажей

#### 4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Результаты анализа в таблицах 17 и 18. Мероприятия направлены на защиту гидросферы, атмосферы и литосферы.

Таблица 18 – Определение экологически опасных факторов объекта

Производственный технологический процесс	Структурные элементы технологического процесса	Опасные и вредные выбросы в воздух	Сточные воды	Воздействие объекта на литосферу
Технологический процесс изготовления корпуса	Токарный универсальный станок НТ 160	Стружка металлическая Токсические испарения Масляный туман	Взвешенные вещества и нефтепродукты Охлаждающие среды	Отходы стружки Промасленная ветошь Растворы жидкостей

Таблица 19 – Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

Предлагаемые мероприятия снижения негативного антропогенного воздействия	Токарная
на атмосферу	Фильтрационные системы для системы вентиляции участка
на гидросферу	Локальная многоступенчатая отчистка сточных вод
на литосферу	Разделение, сортировка, утилизация на полигонах отходов

#### 4.6 Выводы по разделу

В разделе приводится характеристика проектируемого технического объекта: технологического процесса изготовления корпуса входного модуля. Рассматривается токарная операция на универсальном токарном станке с ЧПУ НТ 160, которая охватывает различные переходы лезвийной обработки заготовки. На данной операции задействован оператор станков с ЧПУ.

Приспособление - трех кулачковый самоцентрирующий патрон и дополнительный люнет. Инструмент: резцы упорные, контурный, канавочные, расточные, сверло. Применяются материалы: 34ХНЗМ, смазочно-охлаждающая жидкость – эмульсия охлаждающая, протирочная ветошь (таблица 11).

Идентификация профессиональных рисков выполнена для токарной операции, что позволило определить ОВПФ. Это неподвижные колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов, движущиеся твердые объекты, ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов, чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, механическими колебаниями твердых тел, акустическими колебаниями твердых тел, электрическим током и электромагнитными полями, токсического, раздражающего воздействия (через органы дыхания), статической нагрузкой и перенапряжением анализаторов (таблица 12).

Для их устранения и снижения негативного воздействия применяются такие методы и средства, как защитный кожух и ограждение, демпфирующие опоры станка, снижение времени контакта с вибрирующими поверхностями, покрытие звукопоглощающими материалами, заземление станка и изоляция токоведущих частей, соблюдение регламентированных перерывов на отдых, а также инструктажи по охране труда (таблица 13).

Выполнена идентификация класса и опасных факторов пожара для механообрабатывающего участка для корпуса (таблица 14). Проводится выбор средств пожаротушения (таблица 15), мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технологического процесса изготовления корпуса (таблица 16, 17).

Определены негативные факторы воздействия технологического процесса изготовления корпуса на окружающую среду (таблица 18). Перечислены организационно-технические мероприятия по снижению вредного антропогенного влияния технологии на экологию: атмосферы – оснащение фильтрующими элементами системы производственной вентиляции, гидросферы – использованием системы многоступенчатой очистки сточных вод; литосферы – сортировкой отходов и их утилизацией на специальных полигонах (таблица 19).

Выявив и проанализировав технологию изготовления корпуса, ее воздействие на среду, делаем вывод, что данная технология удовлетворяет нормам по защите здоровья человека и окружающей среде.

## 5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

В предыдущих разделах был описан технологический процесс изготовления корпуса входного модуля насоса. На одной из операций предлагается применить резец из твердого сплава Т15К6 с виброгасителем, вместо резца из твердого сплава Т15К6, выполненного по ГОСТ 10903-77.

Учитывая описанные изменения, возникает необходимость осуществить обоснование целесообразности такого предложения по совершенствованию технологического процесса. Для этого, в рамках достижения основной цели раздела, необходимо определить основные экономические параметры, которые позволят сделать соответствующие выводы, а именно:

- рассчитать полную себестоимость выполнения анализируемой операции по вариантам;
- определить капитальные вложения в проектируемый технологический процесс;
- и произвести расчеты показателей экономической эффективности предложений по совершенствованию процесса.

Все перечисленные параметры определяются по соответствующим методикам, представленным в учебно-методическом пособии по выполнению экономического раздела выпускной квалификационной работы [6], с применением программного обеспечения Microsoft Excel.

На величину полной себестоимости оказывают влияние такие параметры как: технологическая себестоимость, цеховые, заводские и внепроизводственные расходы. Максимальное влияние на конечный результат, из перечисленных параметров, оказывает технологическая

себестоимость, поэтому на рисунке 15 показаны элементы, из которых формируется эта себестоимость.

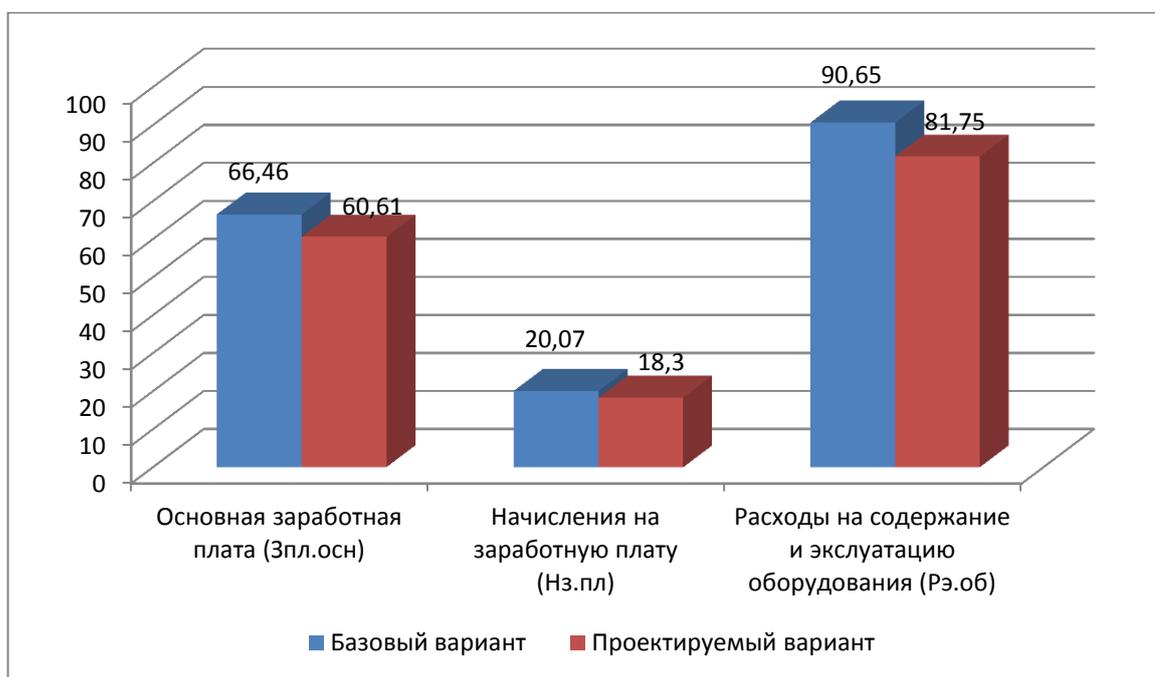


Рисунок 15 – Элементы технологической себестоимости одной операции, сравниваемых вариантов технологического процесса, руб.

Из рисунка 15 видно, что все показатели: основная заработная плата, начисления на заработную плату и расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, имеют тенденция к снижению. Максимальную долю в общем объеме технологической себестоимости составляют расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, в базовой варианте эта доля составляет 51,2%, а в проектном – 50,9%. Это связано с тем, что имеются весомые расходы на такие статьи как:

- расходы на электроэнергию, по причине того, что используемое оборудование имеет высокую потребляемую мощность главного привода;
- расходы на площадь, по причине значительных габаритов применяемого оборудования;
- и расходы на восстановление, и эксплуатацию управляющей программы, из-за сложной программы перемещения инструментов.

Представленное на рисунке 15 значение основной заработной платы является основой для определения описанных выше расходов (цеховых и заводских). Учитывая тот факт, что основная заработная плата имеет тенденция к снижению в проектируемом варианте, уменьшение составило 8,8%, то можно говорить о снижении этих расходов, сравнивая их значения по вариантам технологического процесса. Соответственно произойдет и снижение цеховой, заводской и полной себестоимостей.

На рисунке 16 показаны величины всех видов себестоимостей, при выполнении анализируемой операции.

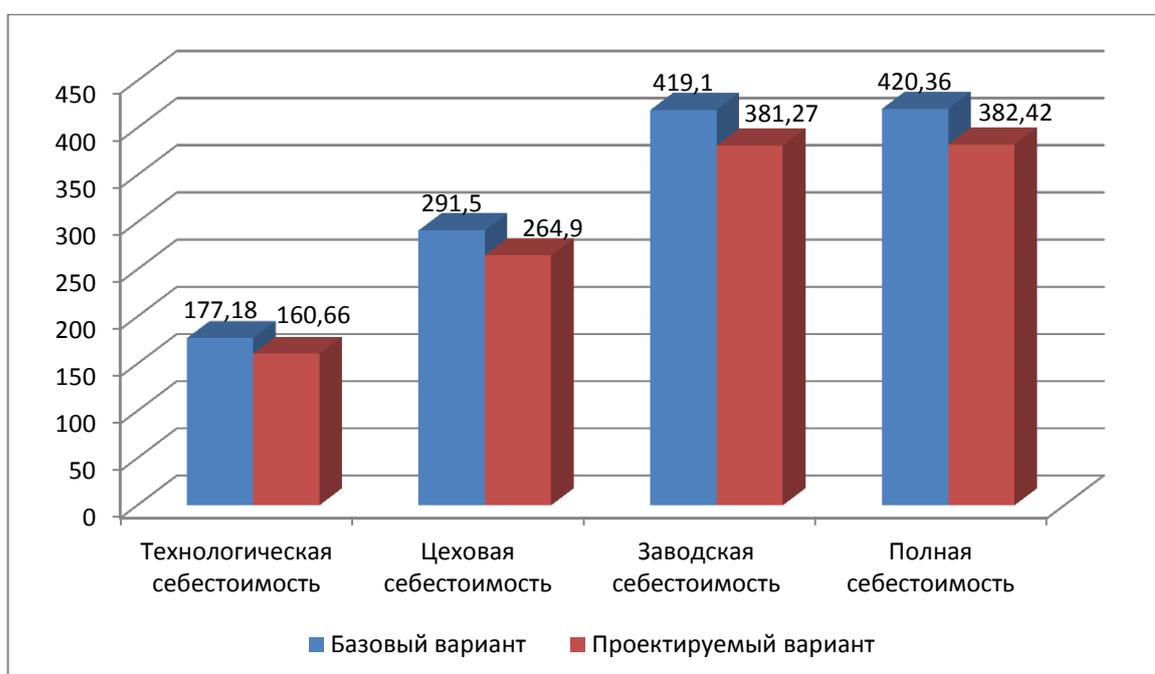


Рисунок 16 – Виды себестоимости и их значения по вариантам технологического процесса, руб.

Из рисунка 16, видно, что в проектируемом варианте, все указанные виды себестоимости также имеют тенденцию к снижению, в среднем себестоимость сократилась на 9,15%, а величина полной себестоимости изменилась на 9,03% в меньшую сторону.

Чтобы принять решение об эффективности предложенных мероприятий, необходимо знание величины капитальных вложений в проект.

Учитывая то, что совершенствования касаются только инструмента, то капитальные вложения будут складываться из суммы затрат на проектирование, инструмент и оборотные средства в незавершенном производстве. Доля всех перечисленных параметров, в общем объеме капитальных вложений, которые составляют 44809,36 руб., представлена на рисунке 17.



Рисунок 17 – Доля затрат в общем объеме капитальных вложений, %

Представленные на рисунке 17 значения, позволяют сделать вывод о том, что наибольшее влияние на величину капитальных вложений оказывают:

- затраты на проектирование, с долей 69,9%;
- и затраты на инструмент, доля которых составила 28,6%.

Имея значения величины капитальных вложений и полной себестоимости можно провести экономическое обоснование

целесообразности внедрения предложенных изменений в технологический процесс.

Для проведения таких расчетов необходимо последовательно определить следующие значения:

- ожидаемую и чистую прибыль,
- срок окупаемости финансовых вложений,
- общий дисконтированный доход и экономический эффект от внедрения.

Согласно проведенным расчетам по определению указанных значений можно сделать вывод об эффективности предлагаемых мероприятий, так как экономический эффект составит 6589,37 руб., что является положительной величиной данной величины, и это обязательное условие для признания проекта эффективным. Вторым весомым значением при определении эффективности является срок окупаемости, который составляет 2 года, что является весьма приемлемым значением. Основываясь на этих двух показателях можно делать итоговый вывод, что предложенные мероприятия по замене инструмента являются эффективными.

## Заключение

В результате выполненного проектирования, получен технологический процесс изготовления корпуса входного модуля насоса. Для заданного объема выпуска деталей определен средний серийный тип производства. В первом разделе проанализирована технологичность корпуса. Анализ показал, что есть конструктивные элементы, которые приводит к дополнительным затратам на технологических операциях. Это, в первую, очередь система из четырех отверстий, расположенных на конической поверхности. Сложности возникают также при обработке кольцевых канавок внутри центрального отверстия, а также система плоскостей лыски и торцевого паза. Материал - легированная сталь, также представляет определенные сложности при обработке из-за своих высоких физико-механических свойств.

С учетом типа производства, конфигурации корпуса, материала, выбран тип получения исходной заготовки - штамповка. Данная заготовка обеспечивает минимальные припуски на обработку. Спроектирован технологический маршрут, который выполняется на распространенных, высокопроизводительных, универсальных станках. После заготовительной операции в технологическом процессе предусмотрена токарная обработка, черновая, чистовая, которая выполняется за два установка. На данной операции производится обработка точением по наружной поверхности, сверление, растачивание отверстий. На следующей фрезерной операции производится обработка лыски и торцевого паза. На следующей, сверлильной операции, обрабатываются фланцевые отверстия при вертикальном расположении заготовки и четыре отверстия, расположенных на конической поверхности. Для этого заготовка вместе с приспособлением поворачивается на поворотном столе станка. После этого проводят контрольную операцию. Для обеспечения заданной твердости на следующих операциях используются операции химико - термическая для цементации на заданную глубину, и закалка с отпуском. Используется закалка ТВЧ. После

обработка на круглошлифовальной операции происходит точная обработка наружных цилиндрических поверхностей за два установка. На внутришлифовальной операции обработка точного отверстия. После этого мойка, слесарная операция для снятия заусенцев и кромок, а также маркировки, контрольная и упаковочная.

Для повышения эффективности технологического процесса в конструкторском разделе спроектировано приспособление для закрепления заготовки на фрезерной операции. Приспособление переналаживаемое, специализированное с механизированным приводом зажима. Для высокопроизводительной обработки спроектирован токарный упорной резец, которая позволяет повысить стойкость инструмента при сохранении режимов резания и качества обработки.

В заключительных разделах, на основе анализа вредных производственных факторов, предлагаются меры по защите здоровья и охране труда работников, а также мероприятий по обеспечению экологичности разработанной технологии. В экономическом разделе обосновывается модернизация режущего инструмента.

## Список используемых источников

1. Боровский Г. В. Справочник инструментальщика [Текст] / Г. В. Боровский, С. Н. Григорьев, А. Р. Маслов ; под общ. ред. А. Р. Маслова. - Москва : Машиностроение, 2005. - 463 с. : ил. - Библиогр.: с. 460-463. - ISBN 5-217-03284-7 : 553-64.
2. Горина Л. Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве [Текст] : учеб. пособие / Л. Н. Горина. - Гриф УМО. - Тольятти : ТолПИ , 2000. - 79 с. : ил. - Библиогр.: с. 79. - 1-00. Горохов, В. А. Проектирование и расчет приспособлений : учебник для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 301 с.
3. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990-01-07. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 83 с.
4. Долин П. А. Справочник по технике безопасности [Текст] / П. А. Долин. - 6-е изд., перераб. и доп. - Москва : Энергоатомиздат, 1985. - 823 с. : ил. - Библиогр.: с. 797-802.
5. Зубарев Ю. М. Специальные методы обработки заготовок в машиностроении [Текст] : учеб. пособие для студентов машиностр. вузов / Ю. М. Зубарев. - Гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 400 с. : ил. - (Учебник для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 392-395. - ISBN 978-5-8114-1856-5 : 1091-00.
6. Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова, – Тольятти : ТГУ, 2015. - 46 с.
7. Кузнецов Ю. И. Оснастка для станков с ЧПУ [Текст] : справочник / Ю. И. Кузнецов, А. Р. Маслов, А. Н. Байков. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 1990. - 510 с. : ил. - Библиогр.: с. 504-505. - Предм. указ.: с. 507-510.

8. Марочник сталей и сплавов [Текст] / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782 с. : ил. - Библиогр.: с. 773-782. - Прил.: с. 585-772. - ISBN 5-217-03177-8 : 6230-35.

9. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке : учебное пособие / В. М. Кишуров, М. В. Кишуров, П. П. Черников, Н. В. Юрасова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-4521-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121986> (дата обращения: 17.05.2020)

10. Обработка металлов резанием [Текст] : справочник технолога / А. А. Панов [и др.] ; под общ. ред. А. А. Панова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2004. - 784 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Прил.: с. 764-779. - Предм. указ.: с. 780-784. - ISBN 5-94275-049-1 : 1242-91. - 1000-00.

11. Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин [Текст] : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с. : ил. - Библиогр.: с. 50. - 28-58.

12. Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с. : ил. - Библиогр.: с. 55-56. - Прил. : с. 57-140. - ISBN 978-5-8259-0817-5 : 1-00.

13. Расторгуев Д. А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления [Электронный ресурс] : электронное учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2017. - 34 с. : ил. - Библиогр.: с. 31-34. - ISBN 978-5-8259-1145-8.

14. Режимы резания металлов [Текст] : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. - 456 с.

15. Режущий инструмент [Текст] : учеб. для вузов / Д. В. Кожевников [и др.] ; под ред. С. В. Кирсанова. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2004. - 511 с. : ил. - Библиогр.: с. 510-511. - ISBN 5-217-03250-2 : 312-00.

16. Справочник контролера машиностроительного завода [Текст] : допуски, посадки, линейн. измерения / А. Н. Виноградов [и др.] ; под ред. А. И. Якушева. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 1980. - 527 с. : ил. - (Серия справочников для рабочих). - Библиогр.: с. 516-517. - Предм. указ.: с. 518-527.

17. Справочник конструктора-инструментальщика [Текст] / В. И. Баранчиков [и др.] ; под общ. ред. В. А. Гречишникова, С. В. Кирсанова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2006. - 541 с. : ил. - (Библиотека конструктора). - Библиогр.: с. 540-541. - ISBN 5-217-03353-3 : 450-00.

18. Станочные приспособления [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлениям подготовки 15.03.05 (151900) "Конструкторско-технол. обеспечение машиностроит. пр-в", "Автоматизация технол. процессов и пр-в (машиностроение)" / В. В. Клепиков [и др.]. - Гриф УМО. - Москва : Форум, 2016. - 318 с. : ил. - Библиогр.: с. 314. - Прил.: с. 254-313. - ISBN 978-5-00091-121-1. - 639-82.

19. Станочные приспособления [Текст] : справочник. В 2 т. Т. 1 / А. И. Астахов [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 591 с. : ил. - Библиогр.: с. 585. - Предм. указ.: с. 588-591.

20. Справочник технолога-машиностроителя [Текст] . В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 910 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Предм. указ.: с. 902-910. - ISBN 5-217-03083-6 : 2147-73. - 2200-00. - 1500-00.

21. Справочник технолога-машиностроителя [Текст] . В 2 т. Т. 2 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 941 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Предм. указ.: с. 928-941. - ISBN 5-217-03083-6 : 2147-73. - 2200-00. - 1500-00.

22. Схиртладзе А. Г. Станочные приспособления [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. Г. Схиртладзе, В. Ю. Новиков. - Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2001. - 110 с. : ил. - ISBN 5-06-003988-9 : 110-00.

23. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств [Текст] : учеб. пособие. Т. 1 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 547 с. : ил. - Библиогр.: с. 531-544. - ISBN 978-5-94178-160-7 : 463-50.

24. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств [Текст] : учеб. пособие. Т. 2 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 518 с. : ил. - Библиогр.: с. 502-515. - ISBN 978-5-94178-122-5 : 463-50.

Приложение А

Технологическая документация. Маршрутная карта

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1															
Дружб.															
Взам.															
Посл.										2					
										1					
Разраб.	Куликов А.С.														
Проверил	Расторгуев Д.А.														
Утвердил	Логинев Н.Ю.														
Н. контр.	Расторгуев Д.А.														
М 01	Сталь 34ХНЗМА ГОСТ 4543-90														
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ					
М 02		кз	1,2	1	1	0,83	22	120x400	1	1,6					
А	Цех Уч.	РМ	Опер.	Обозначение документа											
Б	Код. наименование оборудования		Код. наименование операции		СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Пз.	Тшт.
А03	000 Штамповка заготовительная														
Б04	1 1 1 1														
А05	005 4110 Токарная														
Б06	Токарный универсальный 160НТ														
Б07	1 1 1 1														
А08	010 Фрезерная														
Б09	Вертикально-фрезерный 6Р12														
А10	015 Сверлильная														
Б11	Вертикально-сверлильный станок МН-25Н-01														
А12	020 2000 Контрольная														
Б13	1 1 1 1														
А14	025 Химико-термическая														
Б15	1 1 1 1														
А16	030 5000 Термообработка														
МК	Маршрутная карта										1				





Продолжение приложения Б

		ГОСТ 3.1404-86 Форма									
Дюбл.	Взам.										
Побл.											
		2									
		005									
		Корпус									
P		ПИ	D или B	L	t	i	s	n	v		
O01	7. Центровать отверстия										
T02	Сверло центровочное GRIFF a140021 6 5 3 1 0,14 1327 25										
O03	8. Сверлить отверстия										
T04	Сверло 32 мм 2301-0113 ГОСТ 10903-77 P6M5K5 32 135 16 1 0,5 418 42										
T05	ШЦ-I-125-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-89										
T06	Нутромер индикаторный . 50-160 ГОСТ 868-62										
T07	9. Расточить глухое отверстие										
T08	Резец расточной R429U-A16-08028 ТСО6А Т15К6										
P09	40 206 2 1 0 637 80										
O10	Нутромер индикаторный . 50-160 ГОСТ 868-62										
T11	10. Расточить канавку										
O12	Резец канавочный расточной Т15К6 035-21280543 JCN 2В10-8-84-										
T13	48 15 3,5 1 0,25 472 80										
O14	11. Снять заготовку										
T15											
O16											
T17											
O18											
OK	Операционная карта										4





Продолжение приложения Б

ГОСТ 3.1105-84		Форме	
Дубл.			
Взам.			
Табл.			
			3
		Корпус	010
КЭ	Карта эскизов		6

Приложение В

Спецификация приспособления

Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.	Формат	Зона	Лист
																А4		
							<u>Документация</u>											
						20.ВКР.ОТМП.767.75.00.000.СБ	Сборочный чертеж	1										
							<u>Детали</u>											
						20.ВКР.ОТМП.767.75.00.001	Корпус	1										
						20.ВКР.ОТМП.767.75.00.002	Прихват	2										
						20.ВКР.ОТМП.767.75.00.003	Стойка	2										
						20.ВКР.ОТМП.767.75.00.004	Ось	2										
						20.ВКР.ОТМП.767.75.00.005	Призма	2										
						20.ВКР.ОТМП.767.75.00.006	Упор	1										
						20.ВКР.ОТМП.767.75.00.007	Шпонка	2										
						20.ВКР.ОТМП.767.75.00.008	Ось	2										
						20.ВКР.ОТМП.767.75.00.009	Тяга	2										
						20.ВКР.ОТМП.767.75.00.010	Шток	2										
						20.ВКР.ОТМП.767.75.00.011	Корпус	2										
						20.ВКР.ОТМП.767.75.00.012	Крышка	2										
						20.ВКР.ОТМП.767.75.00.013	Патрубок нагнетающий	2										
						20.ВКР.ОТМП.767.75.00.014	Патрубок сливной	2										
						20.ВКР.ОТМП.767.75.00.015	Ось	2										
							<u>Стандартные изделия</u>											
						<b>20.ВКР.ОТМП.767.75.00.000.СП</b>												
						<b>Приспособление</b>												
										ТГУ ИМ ТМдд-1502а								
										Копировал Формат А4								





