

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
Направление 151001.65 «Конструкторско-технологическое обеспечение
автоматизированных машиностроительных производств»
Специальность «Технология машиностроения»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему :

**Проектирование производственного участка механической обработки
детали «Кронштейн промежуточной передачи**

Студент(ка)	Смирнов И.А. <small>(И.О. Фамилия)</small>	<hr/>	<small>(личная подпись)</small>
Руководитель	Бобровский А.В. <small>(И.О. Фамилия)</small>	<hr/>	<small>(личная подпись)</small>
Консультанты	Горина Л.Н. <small>(И.О. Фамилия)</small>	<hr/>	<small>(личная подпись)</small>
	Зубкова Н.В. <small>(И.О. Фамилия)</small>	<hr/>	<small>(личная подпись)</small>
	Виткалов В.Г. <small>(И.О. Фамилия)</small>	<hr/>	<small>(личная подпись)</small>

Допустить к защите

И.о. заведующего кафедрой
к.т.н, доцент

_____ А.В. Бобровский
(личная подпись)

« _____ » _____ 2016 г.

Тольятти 2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

И.о. зав. кафедрой _____ А.В.Бобровский
«__» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

(уровень специалиста)

направление подготовки 151001.65 «Конструкторско-технологическое обеспечение

автоматизированных машиностроительных производств

Специальность «Технология машиностроения»

Студент Смирнов Игорь Алексеевич, гр. ТМз-1001

1. Тема Проектирование производственного участка механической обработки детали «Кронштейн промежуточной передачи»

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы « » 2016 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе Материалы преддипломной практики, чертежи деталей и сборочных единиц

4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 90-120 с.)

Титульный лист. Задание. Реферат (аннотация). Содержание.

Введение, цель проекта

1) ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Назначение и описание узла изделия

1.2 Группирование деталей, подлежащих изготовлению на участке

1.3 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней

2) ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Анализ технологичности детали

2.2 Проектирование технологического маршрута обработки

2.3 Описание действующего технологического процесса

2.4 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного варианта технологического процесса

2.4.1 Анализ действующего технологического процесса

2.4.2 Предложения по усовершенствованию технологического процесса

2.5 Разработка проектного технологического процесса

2.5.1 Обоснование и выбор методов обработки

2.5.2 Оформление маршрутной технологии

2.5.3 Расчет припусков и межоперационных размеров заготовки.

2.5.4 Обоснование и выбор оборудования, средств автоматизации и механизации

2.5.5 Обоснование и выбор режущего инструмента, средств оснащения и контроля

2.5.6 Расчет режимов резания

2.6 Проектирование участка

2.6.1 Описание планировки участка

2.6.2 Организация ремонта оборудования на участке

2.6.3 Организация управления участком

3) КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Проектирование станочного приспособления

3.1.1 Расчет тягового усилия на штоке гидроцилиндров приспособления

3.1.2 Расчет приспособления на точность

3.2 Проектирование контрольного приспособления

3.3 Проектирование режущего инструмента

3.3.1 Проектирование и расчет торцевой фрезы

3.3.2 Проектирование и расчет зенкера

4 Экономическая эффективность проекта

5 Безопасность и экологичность технического объекта

Заключение. Список литературы. Приложения (комплект технологической документации, спецификации на сборочные единицы).

АННОТАЦИЯ

УДК 621.827.1

Смирнов Игорь Алексеевич

Проектирование производственного участка механической обработки детали «Кронштейн промежуточной передачи». Дипломный проект. – Тольяттинский государственный университет, с., 18 ил., 18 табл., библиографический список – 19 наим. Чертежи формата А1 – 11 шт.

В данном дипломном проекте спроектирован участок механической обработки кронштейна промежуточной передачи, применяемого в средней карданной передаче автомобиля «ПАЗ». Были проанализированы базовые технологии получения заготовки и механической обработки, предложен новый вариант технологического процесса, исключая недостатки базового варианта. Предложено использование современного металлообрабатывающего оборудования, позволяющего изготавливать деталь с обеспечением требований по актуальной себестоимости в современных экономических условиях. Было спроектировано и рассчитано контрольное приспособление, режущие головки. Разработан план участка механической обработки. В экономическом разделе были проведены расчеты сравнения базового проекта и нового по комплексу показателей. В результате этого расчетно – обоснованного сравнения доказана целесообразность внедрения решений, предлагаемых в проекте. В разделе безопасности жизнедеятельности рассмотрены возможные вредные факторы и меры инженерные решения защиты от этих вредных факторов.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ	
1.1 Назначение и описание узла изделия	
1.2 Группирование деталей, подлежащих изготовлению на участке	
1.3 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней	
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	
2.1 Анализ технологичности детали	
2.2 Проектирование технологического маршрута обработки	
2.3 Описание действующего технологического процесса	
2.4 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного варианта технологического процесса.....	
2.4.1 Анализ действующего технологического процесса	
2.4.2 Предложения по усовершенствованию технологического процесса	
2.5 Разработка проектного технологического процесса	
2.5.1 Обоснование и выбор методов обработки.....	
2.5.2 Оформление маршрутной технологии.....	
2.5.3 Расчет припусков и межоперационных размеров заготовки.....	
2.5.4 Обоснование и выбор оборудования, средств автоматизации и механизации.....	
2.5.5 Обоснование и выбор режущего инструмента, средств оснащения и контроля	
2.5.6 Расчет режимов резания	
2.6 Проектирование участка.....	
2.6.1 Описание планировки участка.....	
2.6.2 Организация ремонта оборудования на участке.....	
2.6.3 Организация управления участком	
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	
3.1 Проектирование станочного приспособления	

3.1.1	Расчет тягового усилия на штоке гидроцилиндров приспособления.....
3.1.2	Расчет приспособления на точность
3.2	Проектирование контрольного приспособления
3.3	Проектирование режущего инструмента.....
3.3.1	Проектирование и расчет торцовой фрезы.....
3.3.2	Проектирование и расчет зенкера
4	ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТА
4.1	Годовая программа и форма организации производственного участка.....
4.2	Потребность в производственном оборудовании.....
4.3	Производственная площадь
4.4	Основные и вспомогательные материалы
4.5	Расчет численности работающих
4.6	Расчет ФЗП и среднемесячной зарплаты.....
4.7	Электроэнергия и энергоносители
4.8	Себестоимость и цена продукции
4.9	Капитальные вложения.....
4.10	Эффективность рассматриваемых вариантов технологического процесса
5	БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА
5.1	Конструктивно-технологическая характеристика объекта
5.2	Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков
5.3	Методы и технические средства снижения профессиональных рисков
5.4	Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)
5.5	Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта
5.6	Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ПРИЛОЖЕНИЯ.....

ВВЕДЕНИЕ

Технология машиностроения - это наука об изготовлении машин требуемого качества в установленном производственной программой количестве и в заданные сроки при наименьших затратах живого и овеществленного труда, т.е. при наименьшей себестоимости.

Научно-технический прогресс в машиностроении в значительной степени определяет развитие и совершенствование всего народного хозяйства страны. Важнейшими условиями ускорения научно-технического прогресса являются рост производительности труда, повышение эффективности общественного производства и улучшение качества продукции.

Совершенствование технологических методов изготовления машин имеет при этом первостепенное значение. Качество машины, надежность, долговечность и экономичность в эксплуатации зависят не только от совершенства ее конструкции, но и от технологии производства. Применение прогрессивных высокопроизводительных методов обработки, обеспечивающих высокую точность и качество поверхностей деталей машины, методов упрочнения рабочих поверхностей, повышающих ресурс работы деталей и машины в целом эффективное использование современных автоматических и поточных линий, станков с программным управлением (в том числе и многооперационных), электронных вычислительных машин и другой новой техники, применение прогрессивных форм организации и экономики производственных процессов - все это направлено на решение главных задач: повышения эффективности производства и качества продукции.

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Назначение и описание узла изделия

Данная деталь «Кронштейн» является составным элементом промежуточной передачи среднего моста автомобиля ПАЗ. Материалом детали служит сталь 35 твердостью 207...255 НВ.

Кронштейн предназначен для соединения промежуточной передачи с механизмом дифференциала среднего моста и передачи крутящего момента. В процессе работы кронштейн испытывает напряжения кручения.

В два отверстия 0,35 мм (поверхность А) вставляется крестовина и запрессовываются два подшипника качения, в которых и базируется крестовина. Крестовина затем вставляется в отверстия кронштейна, привариваемой к трубе промежуточной передачи.

С механизмом дифференциала кронштейн стыкуется по пазовой поверхности и крепится к нему с помощью шпильки, вставляемой в центральное отверстие диаметром 20 мм. Шпилька обеспечивают силовое замыкание междувилкой и фланцем механизма дифференциала.

Поверхности кронштейна условно можно разделить на следующие группы:

Главные рабочие поверхности:

А - Внутренняя цилиндрическая поверхность $\varnothing 35_{-0,010}^{+0,027}$ мм - отверстие под подшипник качения - выполнена по 7-му качеству точности, имеет шероховатость поверхности $R_a = 12,5$. Допуск соосности отверстия относительно базовой оси в диаметральном выражении 0,030 мм

Б - Наружная торцовая цилиндрическая поверхность паза $\varnothing 76_{-0,02}^{+0,02}$ под фланец механизма дифференциала - выполнена по 9-му качеству точности, имеет шероховатость поверхности $R_a = 6,3$. Допуск симметричности торцовых поверхностей относительно базовой плоскости симметрии в радиусном выражении 0.075 мм.

В - Наружная торцовая цилиндрическая поверхность паза $\varnothing 71,5_{-0,02}^{+0,02}$ под фланец механизма дифференциала - выполнена по 9-му качеству точности, имеет шероховатость поверхности $R_a = 6,3$. Допуск симметричности торцовых поверхностей относительно базовой плоскости симметрии в радиусном выражении 0.075 мм.

Поверхности неподвижных разъемных соединений:

Г - Внутренняя цилиндрическая поверхность $\varnothing 20_{-0,02}^{+0,02}$ мм - отверстие под шпильку - выполнена по 9-му качеству точности, имеет шероховатость поверхности $R_a = 6,3$. Допуск на позиционное отклонение отверстия в диаметральном выражении 0.4 мм.

Д - Внутренняя цилиндрическая поверхность $\varnothing 6$ мм - отверстие под болты - выполнена по 9-му качеству точности, имеет шероховатость поверхности $R_a = 20$.

Остальные поверхности:

Е - Торцовая поверхность проушин (размер 60 мм) - выполнена по 9-му качеству точности, имеет шероховатость поверхности $R_z = 40$. Допуск перпендикулярности торцовых поверхностей проушин относительно общей оси отверстий проушин 0,1 мм.

1.2 Группирование деталей, подлежащих изготовлению на участке

На данном участке обрабатываются детали схожей конфигурации и отличающиеся, как правило, друг от друга габаритными размерами, поэтому будет целесообразно производить их на одном участке по одной технологии с учетом индивидуальных особенностей. На этом участке необходимо поместить оборудование, которое сможет обрабатывать всю номенклатуру деталей и при этом имеет высокую степень переналаживаемости для снижения затрат на переналадку оборудования, а также одним из самых важных факторов является загрузка оборудования. Всем этим требованиям отвечает алмазно-расточный станок на базе модели 2706 и отделочно-расточный полуавтомат 66.43.001.

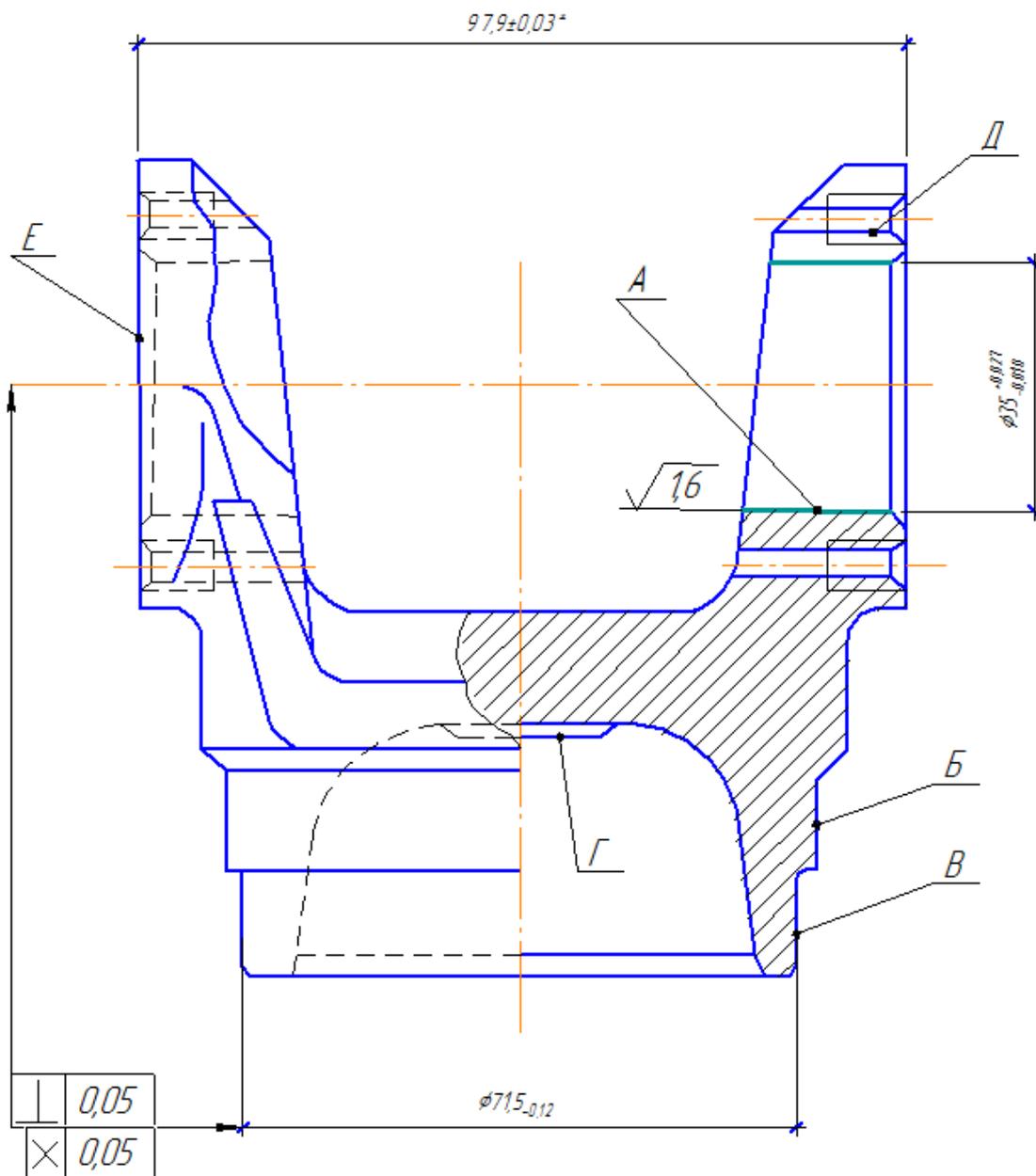


Рисунок 1.1 – Конструктивные элементы детали «Кронштейн»

Детальными представителями являются:

- 1 Скользящая вилка (рисунок 1.2)

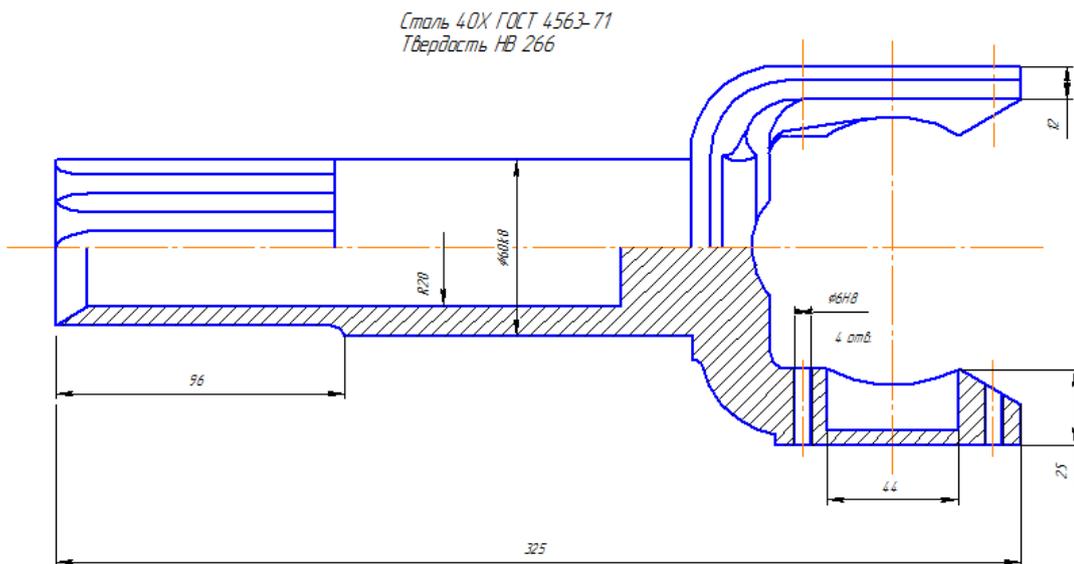


Рисунок 1.2 – Скользящая вилка

2 Кронштейн-фланец (рисунок 1.3)

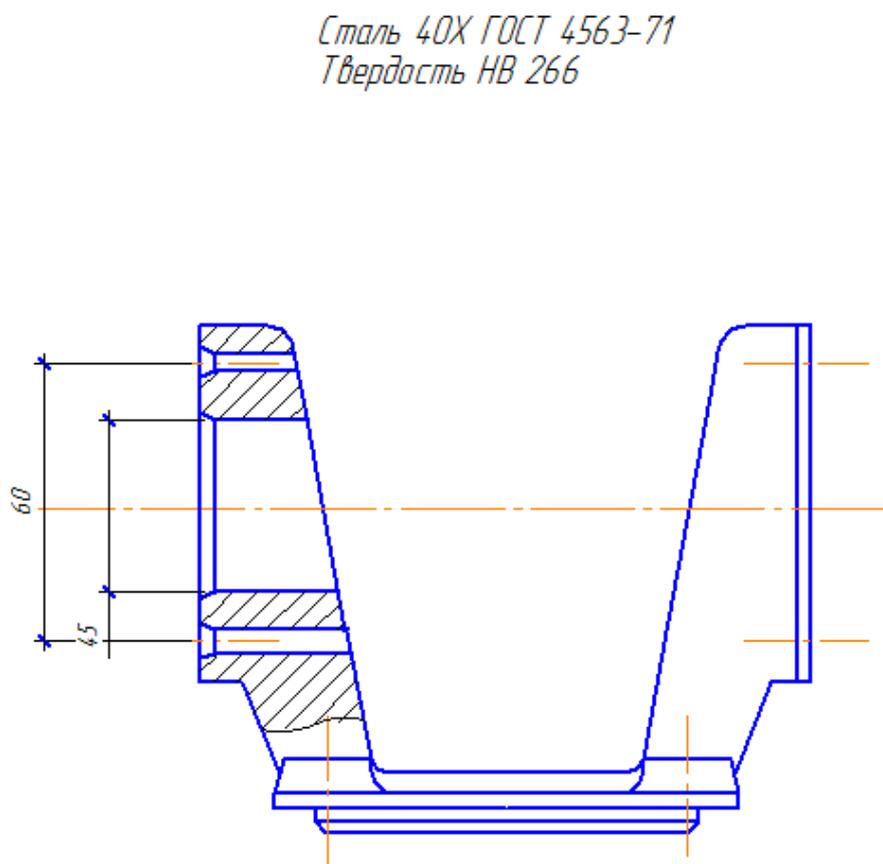


Рисунок 1.3 – Фланец скользящей вилки

3 Фланец (рисунок 1.4)

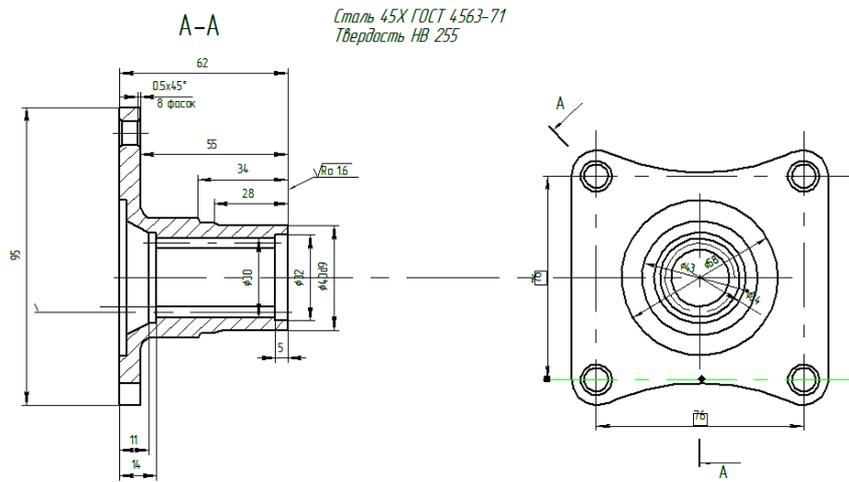


Рисунок 1.4 – Фланец

4 Корпус наружного уплотнения (рисунок 1.5)

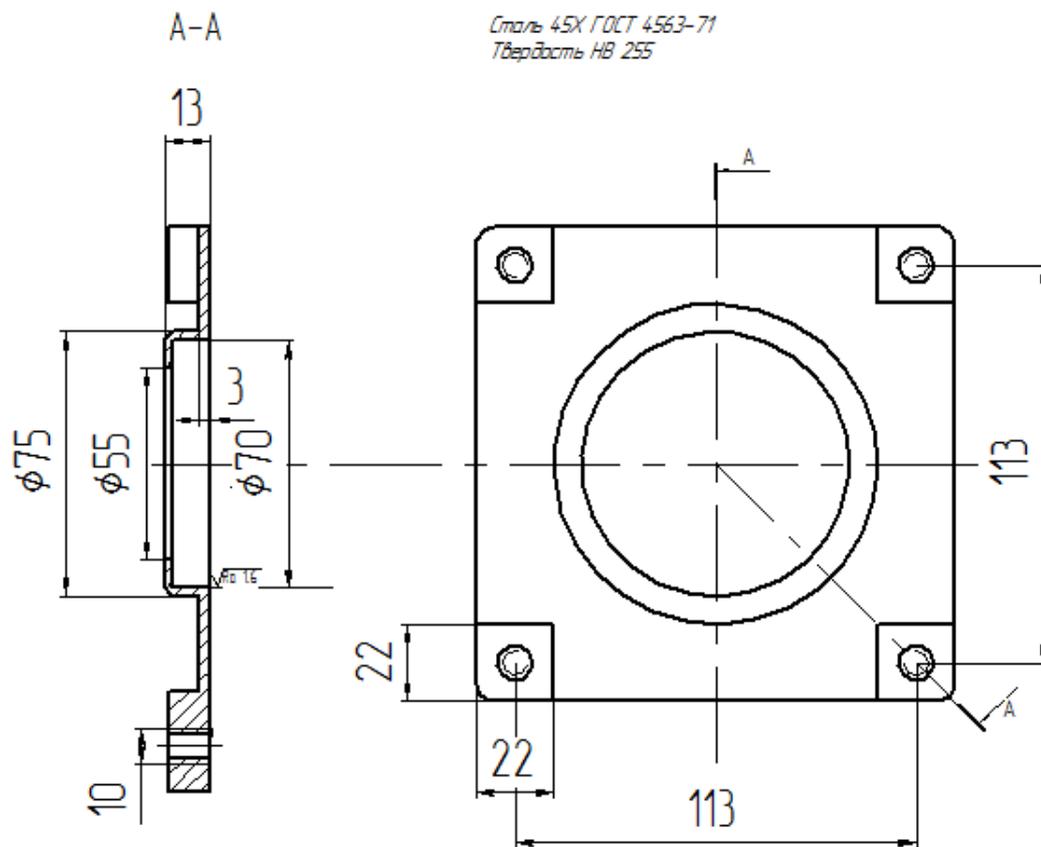


Рисунок 1.5 – Корпус наружного уплотнения

1.3 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней

К кронштейну предъявляются следующие технические требования:

1. Твердость 207... 255НВ.
2. Класс точности поковки Т4, группа стали М2,, степень сложности С4, исходный индекс 14 ГОСТ 7505-89.
3. Технические требования к поковке по гр. И ГОСТ 8479-70.
4. Неуказанные штамповочные уклоны 7°.
5. Неуказанные штамповочные радиусы 3 мм.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Анализ технологичности детали

Отработка конструкции детали на технологичность представляет собой комплекс мероприятий по обеспечению необходимого уровня технологичности конструкции по установленным показателям, направлена на повышение производительности труда, снижение затрат и сокращение времени на изготовление изделия при обеспечении необходимого его качества. Отработку конструкции на технологичность рекомендуется проводить в следующем порядке: подобрать и проанализировать исходные материалы, требующиеся для оценки технологичности конструкции; уточнить объем выпуска; проанализировать показатели технологичности базовой конструкции, определить показатели технологичности обрабатываемого изделия; разработать мероприятия по улучшению показателей технологичности.

Оценка технологичности конструкции может быть двух видов: качественная и количественная. Качественная оценка характеризует технологичность конструкции обобщенно на основании опыта исполнителя и допускается на всех стадиях проектирования как предварительная. Количественная оценка технологичности конструкции изделия выражается числовыми показателями и рациональна в том случае, если эти показатели существенно влияют на технологичность рассматриваемой конструкции.

Анализируя технологичность конструкции по применяемым материалам, следует учитывать их обрабатываемость, стоимость и дефицитность материалов, изучить возможность применения легкого, но более прочного материала, или повышения физико-механических свойств имеющегося.

В качестве материала для изготовления кронштейна задана сталь 35 ГОСТ 1050-74. Данный материал имеет широкое распространение и не является дефицитным, обладает относительно невысокой стоимостью и хорошей обрабатываемостью и обеспечивает необходимые физико-механические свойства.

По геометрической форме деталь представляет собой набор элементарных поверхностей (плоскости, наружные и внутренние цилиндрические поверхности), что значительно облегчает обработку. Плоские поверхности можно обработать фрезерованием, внутренние цилиндрические - сверлением, растачиванием и др., наружные цилиндрические — точением. Геометрическая форма приемлема для получения заготовки в штампах.

Оценка технологичности конструкции по простановке размеров связана с анализом нанесения размеров на чертеже детали, определением размерных связей между конструкторскими, технологическими и измерительными базами и возможности их совмещения. Особое внимание следует обратить на обоснованность значений допустимых предельных отклонений размеров и формы поверхностей детали, значений шероховатостей.

Самыми точными размерами являются размеры внутренней цилиндрической поверхности диаметром 35 мм. Она выполняется по 7-му качеству точности и имеет шероховатость поверхности $Ra=6,3$. Соответствующий данной точности размер допуск соосности поверхности относительно базовой оси в диаметральном выражении 0,030 мм.

Боковые поверхности проушин не являются рабочими поверхностями и могут быть выполнены с шероховатостью $Rz=40$ мкм.

Технологичность заготовки характеризуется возможностью ее получения наиболее рациональным для данных производственных условий способом с максимально возможным приближением ее формы и размеров к форме и размерам готовой детали при условии обеспечения технологичности дальнейшей механической обработки.

Заготовку кронштейна можно получить двумя способами: штамповкой или литьем. Поскольку материал сталь 35 не лется, то остается способ получения заготовки штамповкой.

Качественная оценка технологичности конструкции детали характеризуется следующими показателями: "хорошо" - "плохо" "допустимо" - "недопустимо".

Базовый вариант конструкции после проведения качественной оценки можно охарактеризовать как "допустимо".

В ходе изменения требований к конструкции детали я попытался добиться оптимальных показателей точности и качества поверхностей детали, после чего конструкции детали можно дать оценку "хорошо".

2.2 Проектирование технологического маршрута обработки

Основной задачей этого этапа является составление общей последовательности обработки детали, формулировка содержания операций технологического процесса и выбор типа оборудования.

При этом рекомендуется учитывать следующие положения:

1. Каждая последующая операция должна уменьшать погрешности и улучшать качество поверхности.

2. В первую очередь следует обрабатывать поверхности, будут выступать в качестве технологических баз при дальнейшей обработке.

3. Затем следует обрабатывать поверхности, с которых снимается наибольший слой металла, что позволит своевременно обнаружить возможные внутренние дефекты заготовки.

4. Операции, при которых возможно появление брака из-за внутренних дефектов в заготовке, следует производить в начале.

5. Обработка остальных поверхностей ведется в последовательности, обратной степени их точности: чем точнее должна быть поверхность, тем позже она обрабатывается,

6. Заканчивается обработка той поверхностью, которая является наиболее точной и имеет наибольшее значение для эксплуатации детали.

7. Отверстия нужно сверлить в конце технологического процесса, за исключением случаев, когда они служат базами для установки.

8 Не рекомендуется совмещение черновой и чистовой обработки немерным инструментом на одном и том же станке.

9. Если деталь подвергается термической обработке по ходу технологического процесса, то механическая обработка расчленяется на две части: до термической обработки и после нее.

10. Технический контроль намечают после тех этапов обработки, где повышается вероятность повышения брака, перед сложными и дорогостоящими операциями, после законченного цикла, а также в конце обработки детали.

2.3 Описание действующего технологического процесса

При анализе была рассмотрена документация по детали кронштейн промежуточной передачи (51-2201022-А): чертеж детали, режущий инструмент, контрольное приспособление, станочное приспособление, технологические карты, маршрутная карта, операционные эскизы, и т.д.

Базовый технологический процесс выглядит следующим образом.

Операция 005, Агрегатная.

Здесь производится предварительная подготовка установочной технологической базы, в качестве которой выступает торец кронштейна, и полная обработка вспомогательных баз, в качестве которых выступают поверхности ушек кронштейна.

В качестве оборудования используется специальный станок. Состав данной операции:

поз. I. Установить и закрепить заготовку на станке.

поз. II. Подрезать торец, выдержав размер 2,9 мм с Rz=20 .

поз. III Обточить фланец выдержав размер Ø76 мм и шероховатость Rz=20

поз. IV Обточить фланец выдержав размер Ø71 мм и шероховатость Rz=20.

поз. V Обточить фланец выдержав размер Ø71.5 мм и шероховатость Rz=80.

поз. VI. Подрезать торец, выдержав размер 2,5 мм с Rz=80

поз. VII Зенковать 2×15⁰ мм с шероховатостью Rz=80

поз. VIII Снять заготовку.

В качестве режущего инструмента используются сменные многогранные пластинки т твердого сплава, сверла и зенкеры и быстрорежущей стали. Мерительный инструмент: штангенглубиномер ШГ-160-0,1 ГОСТ3882; штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166, штангенрейсмас ШР-250-0,05 ГОСТ 164

Операция 010. Транспортная

Транспортировать тару с заготовками с операции 005 на загрузочную позицию автоматической линии.

Оборудование: кран подвесной электрический.

Вся дальнейшая обработка производится на автоматической линии (операция 015), состоящей т специальных агрегатных станков. Здесь выполняется обработка торцов проушин и отверстий в них.

поз I Загрузить заготовку вручную на транспортер автоматической линии. С транспортера заготовку автоматически загрузить на приспособление спутник с помощью манипулятора автоматическая рука.

поз II. Автоматически установить и зажать заготовку в ориентированном положении на приспособлении-спутнике.

поз. III, IV Фрезеровать торцы проушин, выдержав размеры $60 \times 0,1$ мм и $Rz=40$.

поз. V Сверлить 2 отверстия в проушинах кронштейна, выдержав размеры $\varnothing 33 \pm 0,02$ мм,

поз. VI. Контролировать наличие отверстия $\varnothing 33$ мм.

поз. VII. Расточить 2 отверстия в проушинах кронштейна, выдержав размеры $\varnothing 35$

поз. VIII Зенковать отверстия 1×45^0

поз. IX. Контролировать 2 отверстия $\varnothing 35$

поз. X. Автоматически раскрепить деталь и передать ее на транспортер автоматической линии, а приспособление-спутник на возвратный путь линии B

качестве режущих инструментов используются фрезы с механическим креплением твердосплавных сменных режущих пластик, сверла шнековые с механический креплением твердосплавных пластин, расточные оправки с механическим креплением режущих пластин, раскатка.

В качестве мерительных инструментов применяются калибры-пробки, штангенциркули, щуп контрольный.

С транспортера автоматической линии заготовка поступает на сверлильный станок.

Операция 020 Сверлильная

поз I. Установить и закрепить заготовку на станке

поз II. Сверлить два отверстия под резьбу на проход, выдержав размеры $\varnothing 4$ мм, Rz=40.

Нарезать резьбу М6 кл2 на глубину 10 мм.

Зенковать 2 отверстия $1 \times 90^\circ$

поз. III Снять заготовку.

Оборудование: специальный вертикально-сверлильный станок

Режущий инструмент: цековка из быстрорежущей стали.

Со станка при помощи крана тара с заготовками поступает на позицию слесарной обработки (операция 030), где выполняется снятие заусенцев. После этого деталь промывают (операция 035) на моечной машине фирмы "Дюрр" и контролируют (операция 040).

2.4 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного варианта технологического процесса

2.4.1 Анализ действующего технологического процесса

К недостаткам данного технологического процесса можно отнести следующие:

1 Между предварительным и окончательным этапами обработки торца кронштейна производится обточка фланцев. Сначала должна быть полностью обработана торцовая поверхность, поскольку она является базовой поверхностью при дальнейшей обработке и с нее снимается наибольший слой металла.

2 Торцевая поверхность проушин фрезеруется за два прохода, хотя параметр шероховатости данной поверхности составляет $Rz=40$ и точность размеров соответствует 14-му качеству, что выдерживается и за один проход.

2.4.2 Предложения по усовершенствованию технологического процесса

В базовом варианте технологического процесса операции сверления отверстий, расточки отверстий, фрезерования фасок происходит на разном оборудовании. Предлагается объединить все операции и выполнить изготовление детали на одном станке.

2.5 Разработка проектного технологического процесса

2.5.1 Обоснование и выбор методов обработки

Поскольку деталь не является телом вращения, то в процессе обработки она должна находиться в неподвижном состоянии. При этом главные движения – движение подачи, сообщается инструменту.

На первом этапе происходят следующие переходы и ходы:

1. Подрезать торец у диаметра 71,5.
2. Проточить наружные диаметры 71,5 и 76.
3. Снять фаски наружные и внутренние.
4. Сверлить и расточить отверстие диаметром 20.

На втором этапе:

1. Фрезеровать уши.
2. Зенкеровать отверстие диаметром 35.
3. Расточить отверстие 35 до $\varnothing 35_{-0,010}^{+0,027}$.
4. Снять внутреннюю фаску.
5. Сверлить отв. под резьбу.
6. Снять резьбовые фаски.
7. Нарезать резьбу.

2.5.2 Оформление маршрутной технологии

Маршрутная карта является обязательным документом технологического процесса механической обработки.

В маршрутной технологии производится сокращенное описание всех технологических операций в последовательности их выполнения без указания технологических переходов и режимов обработки,

В первую очередь, перед тем, как приступить к реализации технологического процесса, необходимо изучить требования техники безопасности на производстве, в том числе пожарной безопасности.

Первым этапом технологического маршрута будет входной контроль (операция 005). Здесь необходимо проконтролировать следующие параметры исходной заготовки:

- марка материала (по маркировке);
- размеры заготовки (штангенциркулем);
- наличие поверхностных дефектов (визуально);
- наличие термообработки (твердомером).

Только после этого можно начинать механическую обработку. Выбор оборудования на данном этапе является предварительным: Анализ рациональности использования данного оборудования будет осуществлен позже.

Операция 010 Агрегатная.

Подрезать торец у диаметра 71,5.

Оборудование: токарно-расточный станок.

Операция 015 Агрегатная.

Проточить наружные диаметры 71,5 и 76.

Оборудование: токарно-расточный станок.

Операция 020 Агрегатная.

Снять фаски наружные и внутренние

Оборудование: токарно-расточный станок.

Операция 025 Агрегатная.

Сверлить и расточить отверстие диаметром 20

Оборудование: токарно-расточный станок.

Операция 030 Агрегатная.

Фрезеровать уши

Оборудование: токарно-расточный станок.

Операция 035 Агрегатная.

Зенкеровать отверстие диаметром 35

Оборудование: токарно-расточный станок.

Операция 040 Агрегатная

Расточить отверстие 35 до $\varnothing 35_{-0,010}^{+0,027}$.

Оборудование: токарно-расточный станок

Операция 045 Агрегатная

Снять внутреннюю фаску.

Оборудование: токарно-расточный станок

Операция 050 Агрегатная

Сверлить 4 отверстия под резьбу.

Оборудование: токарно-расточный станок

Операция 055 Агрегатная

Снять резьбовые фаски.

Оборудование: токарно-расточный станок

Операция 060 Агрегатная

Нарезать резьбу.

Оборудование: токарно-расточный станок

Операция 065 Слесарная.

Снять заусенцы.

Операция 070 Моечная.

Промыть деталь.

Операция 075. Контрольная.

Контролировать деталь.

Маршрутная технология оформляется в виде маршрутной карты, где указывается наименование операций, применяемое оборудование, приспособления и инструмент.

2.5.3 Расчет припусков и межоперационных размеров заготовки.

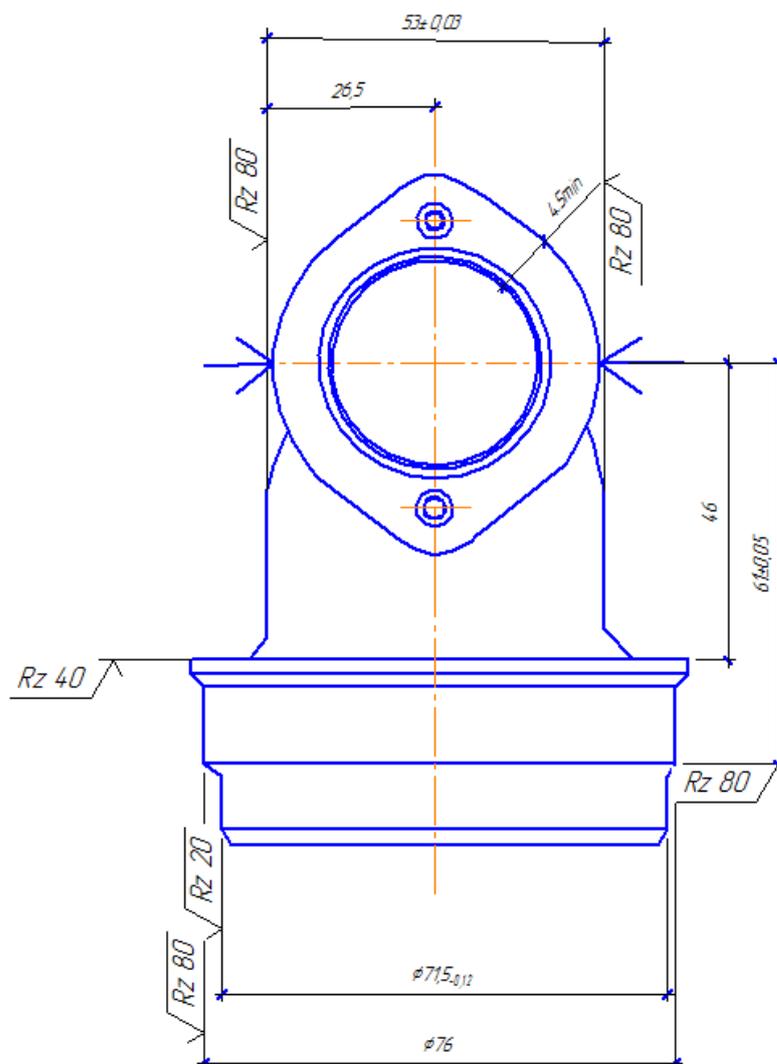


Рисунок 2.1 – Схема установки заготовки при обработке отверстия $\text{Ø}35$ мм

Расчет припусков и назначение их по таблицам ГОСТ следует производить после отработки конструкции детали и заготовки на технологичность и технико-экономического обоснования метода получения заготовки.

Наряду с необходимыми исходными данными в начале расчета припусков необходимо выполнить эскиз заготовки с указанием схемы ее установка на станке или в приспособлении и выделением поверхностей, для которых рассчитываются припуски на обработку.

Назначение припусков опытно-статистическим методом следует вести по таблицам соответствующих стандартов. Для назначения припусков на стальные штампованные поковки используются данные ГОСТ 7505-89, где также приведены данные по допускам на штампованные поковки.

Произведем расчет припусков и межоперационных размеров для обработки отверстия $\varnothing 35$ мм. Заданная точность достигается операциями сверления, растачивания чернового и чистового, и раскатывать.

Исходная заготовка — штамповка 4-го класса точности. Масса штамповки 7.5 кг.

Схема базирования при обработке данного отверстия показана на рисунке 2.1.

Расчет припусков оформляют в виде таблицы, в которую последовательно записывают

Операция 020 Агрегатная.

Снять фаски наружные и внутренние

Оборудование: токарно-расточный станок.

Поз. I – Фаска наружная 2×450

Рекомендуемая скорость резания определяется по формуле, м/мин:

$$V_{расч.} = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot k_{M_v} \cdot k_{П_v} \cdot k_{И_v},$$

где C_v – коэффициент в формуле скорости резания;

T – период стойкости инструмента, мин;

t – глубина резания, мм;

s – подача, мм/об;

x, y – показатели степени в формуле скорости резания;

k_{M_v} – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки;

$k_{П_v}$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

$k_{И_v}$ – коэффициент, учитывающий материал режущей части инструмента.

$$V_{расч.} = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,66^{0,35}} \cdot \left(\frac{750}{530}\right)^1 \cdot 0,8 = 132 \text{ м/мин.}$$

По расчетной скорости резания и диаметру обрабатываемой детали находим требуемое число оборотов шпинделя:

$$n_{расч.} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{ об/мин,}$$

где $V_{расч.}$ – расчетная скорость резания, м/мин;

D – диаметр обрабатываемой детали, мм.

$$n_{расч.} = \frac{1000 \cdot 132}{3,14 \cdot 715} = 336 \text{ об/мин.}$$

Поз. II – Фаска внутренняя $2,5 \times 45^\circ$

Рекомендуемая скорость резания определяется по формуле, м/мин:

$$V_{расч.} = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot k_{M_v} \cdot k_{П_v} \cdot k_{И_v},$$

где C_v – коэффициент в формуле скорости резания;

T – период стойкости инструмента, мин;

t – глубина резания, мм;

s – подача, мм/об;

x, y – показатели степени в формуле скорости резания;

k_{M_v} – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки;

$k_{П_v}$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

$k_{И_v}$ – коэффициент, учитывающий материал режущей части инструмента.

$$V_{расч.} = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,66^{0,35}} \cdot \left(\frac{750}{530}\right)^1 \cdot 0,8 = 132 \text{ м/мин.}$$

По расчетной скорости резания и диаметру обрабатываемой детали находим требуемое число оборотов шпинделя:

$$n_{расч.} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{ об/мин,}$$

где $V_{расч.}$ – расчетная скорость резания, м/мин;

D – диаметр обрабатываемой детали, мм.

$$n_{расч.} = \frac{1000 \cdot 132}{3,14 \cdot 715} = 336 \text{ об/мин.}$$

Операция 025 Агрегатная.

Сверлить и расточить отверстие диаметром 20

Оборудование: токарно-расточный станок.

Поз. I – Сверление отв. Ø20

$$S_{\text{от}}(\text{сверление}) = S_{\text{от}} \cdot K_{1\text{со}} \cdot K_{4\text{со}}, \quad (2.5)$$

где $S_{\text{от}} = 0,41$ мм/об;

$K_{1\text{со}}$ и $K_{4\text{со}}$ – коэффициенты поправочные;

$$K_{1\text{со}} = 1,05$$

$$K_{4\text{со}} = 1,0$$

$$S_{\text{от}}(\text{сверл}) = 0,41 \times 1,05 = 0,43 \text{ мм/об}$$

$$V = \frac{\pi D n}{1000}, \quad (2.6)$$

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 22 \cdot 125}{1000} = 9,56 \text{ м / мин}$$

Поз. II – Полуцистовая расточка отв. Ø20

Рекомендуемая скорость резания определяется по формуле, м/мин:

$$V_{\text{расч.}} = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot k_{M_v} \cdot k_{P_v} \cdot k_{H_v}, \quad (2.7)$$

где C_v – коэффициент в формуле скорости резания;

T – период стойкости инструмента, мин;

t – глубина резания, мм;

s – подача, мм/об;

x, y – показатели степени в формуле скорости резания;

k_{M_v} – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки;

k_{P_v} – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

k_{Hv} – коэффициент, учитывающий материал режущей части инструмента.

$$V_{расч.} = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,2^{0,35}} \cdot \left(\frac{750}{530}\right)^1 \cdot 0,8 = 90 \text{ м/мин.}$$

По расчетной скорости резания и диаметру обрабатываемой детали находим требуемое число оборотов шпинделя:

$$n_{расч.} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{ об/мин,}$$

где $V_{расч.}$ – расчетная скорость резания, м/мин;

D – диаметр обрабатываемой детали, мм.

$$n_{расч.} = \frac{1000 \cdot 90}{3,14 \cdot 715} = 5500 \text{ об/мин.}$$

Операция 030 Агрегатная.

Фрезеровать уши

Оборудование: токарно-расточный станок.

Глубина резания $t=5$ мм

Диаметр фрезы $D=40$ мм.

Число зубьев $z=6$.

Определение величины подачи

Номинальное значение подачи $S_{zt}=0,13$ мм/зуб

Поправочные коэффициенты:

$K_{sm}=0,95$, $K_{sH}=1,1$, $K_{sB}=1$, $K_{s\varphi}=0,9$, $K_{sP}=1$, $K_{sC}=1$.

Окончательное значение подачи:

$$S_z = S_{zt} \cdot K_{sm} \cdot K_{sH} \cdot K_{sB} \cdot K_{s\phi} \cdot K_{sP} \cdot K_{sC} \quad (2.7)$$

$$S_z = 0.13 \cdot 0.95 \cdot 1.1 \cdot 1 \cdot 0.9 \cdot 1 \cdot 1 = 0.14 \text{ мм/зуб}$$

Определение скорости и мощности резания.

Номинальное значение скорости резания - $V_T = 125$ м/мин.

Номинальное значение мощности резания - $N_T = 20$ кВт.

Поправочные коэффициенты:

$$K_{vm} = 1.35, \quad K_{Nm} = 0.8, \quad K_{va} = 0.9, \quad K_{Na} = 1, \quad K_{vn} = K_{Nn} = 0.8, \quad K_{v\phi} = K_{N\phi} = 1, \\ K_{VB} = 1.1, \quad K_{NB} = 1.4, \quad K_{VT} = 0.6, \quad K_{NT} = 1, \quad K_{VP} = K_{NP} = 1/$$

Окончательное значение скорости резания;

$$V_0 = V_T \cdot K_{vm} \cdot K_{va} \cdot K_{vn} \cdot K_{v\phi} \cdot K_{VB} \cdot K_{VT} \cdot K_{VP} \quad (2.8)$$

$$V_0 = 125 \cdot 0.9 \cdot 1.35 \cdot 0.8 \cdot 1 \cdot 1.1 \cdot 0.6 \cdot 1 = 80 \text{ м/мин}$$

Окончательное значение мощности резания:

$$N = \frac{N_T}{K_{Nm} \cdot K_{Na} \cdot K_{Nn} \cdot K_{N\phi} \cdot K_{NB} \cdot K_{NT} \cdot K_{NP}} \quad (2.9)$$

$$N = \frac{20}{0.8 \cdot 1 \cdot 0.8 \cdot 1 \cdot 1.4 \cdot 1 \cdot 1} = 22.3 \text{ кВт}$$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000V}{\pi \cdot D}, \text{ об/мин} \quad (2.10)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 80}{3.14 \cdot 40} = 84.8 \text{ об/мин}$$

Операция 035 Агрегатная.

Зенкеровать отверстие диаметром 35

Оборудование: токарно-расточный станок.

глубина резания $t = 3.5$ мм

длина зенкерования 14 мм

Рекомендуемая скорость резания определяется по формуле, м/мин:

$$V_{расч.} = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot k_{M_v} \cdot k_{П_v} \cdot k_{И_v},$$

где C_v – коэффициент в формуле скорости резания;

T – период стойкости инструмента, мин;

t – глубина резания, мм;

s – подача, мм/об;

x, y – показатели степени в формуле скорости резания;

k_{M_v} – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки;

$k_{П_v}$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

$k_{И_v}$ – коэффициент, учитывающий материал режущей части инструмента.

$$V_{расч.} = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 3,5^{0,15} \cdot 1,01^{0,35}} \cdot \left(\frac{750}{530}\right)^1 \cdot 0,8 = 142 \text{ м/мин.}$$

По расчетной скорости резания и диаметру обрабатываемой детали находим требуемое число оборотов шпинделя:

$$n_{расч.} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \text{ об/мин,}$$

где $V_{расч.}$ – расчетная скорость резания, м/мин;

D – диаметр обрабатываемой детали, мм.

$$n_{расч.} = \frac{1000 \cdot 142}{3,14 \cdot 350} = 129 \text{ об/мин.}$$

	глубина резания, мм	подача, мм/об	скорость резания, м/мин	число оборотов, об/мин
	<i>t</i>	<i>s</i>	<i>V</i>	<i>n</i>
Оп. 010 – Агрегатная Подрезать торец Ø71,5	2,50	0,70	120	153
Оп. 015 – Агрегатная Поз. I – Черновая проточка отв. Ø76	3,7	0,54	132	365
Поз. II – Черновая проточка отв. Ø71,5	1,3	0,78	115	305
Поз. III – Получистовая проточка отв. Ø76	1,25	0,78	115	299
Поз. IV – Получистовая проточка отв. Ø71,5	0,75	0,78	115	295
Оп. - 020 Агрегатная Поз. I – Фаска наружная 2×45°	2,5	0,66	132	336
Поз. II – Фаска внутренняя 2,5×45°	2,5	0,66	132	336
Оп.- 025 Агрегатная Поз. I – Сверление отв. Ø20	-	0,4	8,64	125
Поз. II – Получистовая расточка отв. Ø20	2,5	0,2	90	5500
Оп.- 030 Агрегатная. Фрезеровать уши	5,0	0,13	80	84,8
Оп.- 035 Агрегатная Зенкеровать отверстие Ø 35	3,5	1,01	142	129
Оп.- 040 Агрегатная Поз. I – Черновая расточка отв. Ø35	1,2	0,78	154	140
Поз. II – Получистовая расточка отв. Ø35	1,25	0,78	115	105
Поз. III – Чистовая расточка отв. Ø35	0,5	0,78	176	160
Оп.- 045 Агрегатная Фаска внутренняя 1×45°	2,5	0,66	132	120
Оп.- 050 Агрегатная Сверлить 4 отверстия под резьбу М6	2,5	0,2	90	4777
Оп.- 055 Агрегатная Снять резьбовые фаски 1×45° с 4 отв.	10	1,0	8	540
Оп.- 060 Агрегатная Нарезать резьбу 4 отв М6	2,5	0,66	132	7051

Таблица 6 – Сводная таблица основного времени

Переход	Длина обработки, мм	Длина врезания и перебега, мм	Число проходов	Основное время, мин
	L	l	i	T_o
Оп. 010 – Агрегатная Подрезать торец Ø71,5	83,0	2,0	1	0,35
Оп. 015 – Агрегатная Поз. I – Черновая проточка отв. Ø76	15,0	2,0	1	0,21
Поз. II – Черновая проточка отв. Ø71,5	15,0	2,0	1	0,17
Поз. III – Получистовая проточка отв. Ø76	10,0	2,0	1	0,17
Поз. IV – Получистовая проточка отв. Ø71,5	10,0	2,0	1	0,18
Оп. - 020 Агрегатная Поз. I – Фаска наружная 2×45°	2,5	4,0	1	0,03
Поз. II – Фаска внутренняя 2,5×45°	3,0	4,0	1	0,03
Оп.- 025 Агрегатная Поз. I – Сверление отв. Ø20	20,0	2,0	1	0,15
Поз. II – Получистовая расточка отв. Ø20	20,0	2,0	1	0,12
Оп.- 030 Агрегатная. Фрезеровать уши	56,0	2,0	1	0,42
Оп.- 035 Агрегатная Зенкеровать отверстие Ø 35	35,0	2,0	1	0,20
Оп.- 040 Агрегатная Поз. I – Черновая расточка отв. Ø35	35,0	2,0	1	0,16
Поз. II – Получистовая расточка отв. Ø35	35,0	2,0	1	0,16
Поз. III – Чистовая расточка отв. Ø35	35,0	2,0	1	0,16
Оп.- 045 Агрегатная Фаска внутренняя 1×45°	1,5	4,0	1	0,02
Оп.- 050 Агрегатная Сверлить 4 отверстия под резьбу М6	35,0	2,0	1	0,21
Оп.- 055 Агрегатная Снять резьбовые фаски 1×45° с 4 отв.	1,5	2,0	1	0,08

Оп.- 060 Агрегатная Нарезать резьбу 4 отв М6	10,0	4,0	1	0,15
				$\Sigma=2,97$

2.6 Проектирование участка

2.6.1 Описание планировки участка

Ширина пролета здания цеха, где расположен проектируемый участок, зависит от размеров обрабатываемых деталей, применяемого технологического и грузоподъемного оборудования и средств транспорта. Шириной пролета здания L - называется расстояние между осями подкрановых стоек или колонн. Ширину пролета принимаем равную 18 м.

Высоту пролета механического цеха принимаем в зависимости от размеров изготавливаемых изделий, габаритных размеров технологического оборудования (по высоте), размера и конструкции мостового крана, а также санитарно-гигиенических требований $H=18\text{м}$ по /9/.

Выбираем сетку колонн сетка колонн: ширина пролета 18 метров, шаг колонн 12 метров. Колонны данного пролета маркируются порядковыми номерами: поперек здания буквами А, Б вдоль пролета цифрами 1, 2, 3, 4.

Нормы расстояний между станкам и элементами здания цеха:

от проезда до фронта боковых сторон станков 700 мм,

от колонн до тыльной стороны станка 1200 мм,

Заготовки и готовые детали размещаются в специальных контейнерах.

В качестве транспортного средства для перемещения стружки к местам сбора выбираем тележку, расположенную около. Транспортирование заготовок на станки от станка производится вручную.

Около проезда рядом с колонной располагаются первичные средства пожаротушения: ящик с песком и щит пожарной охраны.

На участке имеется мостовой кран грузоподъемностью 20 тонн для перемещения тяжеловесных грузов, станков.

Общая высота здания цеха H определяется по расстоянию от потолка до вершины кранового рельса H и расстоянию от вершины головки подкранового рельса до нижней точки строительной затяжки K .

Согласно /9/, H состоит из следующих величин:

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5, \text{ м} \quad (2.12)$$

где h_1 – высота наиболее высокого станка в цехе (центральный склад накопитель). Эта величина принимается равной 2800 мм.

h_2 – расстояние между транспортируемым грузом, поднятым в крайнее верхнее положение и верхней точки наиболее высокого станка. Это расстояние принимается равным 400 мм.

h_3 – высота наибольшего по размеру перемещаемого груза в транспортном положении. Эту величину принимаем равной 2500 мм.

h_4 – расстояние от верхней кромки наибольшего по размеру транспортируемого груза до центра кромки крана в верхнем его положении, принимаем равной 400 мм.

h_5 – расстояние от верхней кромки до горизонтальной линии, проходящей через вершину головки рельса, принимаем равной 1000 мм.

$$H_1 = 2800 + 400 + 2500 + 400 + 1000 = 7100 \text{ мм}$$

Корректируем согласно нормативным величинам и принимаем $H_1 = 7,1 \text{ м}$

Высота до низа конструкции перекрытия $H = 8 \text{ м}$.

2.6.2 Организация ремонта оборудования на участке

Ремонтное хозяйство - это совокупность общепроизводственных и цеховых подразделений предприятия, осуществляющих мероприятия по техническому обслуживанию и ремонту оборудования. Его основные задачи:

- предупреждение преждевременного износа оборудования и поддержание его в постоянной технической готовности;
- сокращение простоев при выполнении технического обслуживания и ремонта;

- повышение качества ремонтных работ и уменьшение затрат на их выполнение;
- внедрение прогрессивных форм, средств и методов ремонта;
- обеспечение постоянной, безаварийной работы оборудования;
- модернизация оборудования.

Основой организации ремонтного хозяйства, его фундаментом, является система технического обслуживания и ремонта - совокупность взаимосвязанных средств, документации технического обслуживания и ремонта, и исполнителей, необходимых для поддержания качества машин и оборудования. Её составные части: ремонтно-обслуживающая база, кадры, запасные части и ремонтные материалы, нормативно-техническая документация. Цель функционирования системы - обеспечение требуемого уровня надежности изделия в заданных условиях эксплуатации при минимальных удельных затратах на техническое обслуживание и ремонт. Система технического обслуживания и ремонта включает конструкторскую, технологическую и организационно-экономическую подготовку.

Исправное состояние и работоспособность машин и оборудования в течение всего периода их эксплуатации обеспечивается техническим воздействием, которое подразделяется на техническое обслуживание и ремонты. Техническое обслуживание (ТО) - это комплекс операций или операция по поддержанию работоспособности или исправности оборудования при использовании по назначению, ожидании, хранении и транспортировании. Различают виды ТО: периодическое, регламентированное, сезонное. ТО может быть плановым и внеплановым. Типовой системой технического обслуживания оборудования предусмотрено выполнение осмотров. Ремонт - это комплекс мероприятий по восстановлению работоспособности, исправности оборудования. Различают виды ремонта: капитальный, средний, малый. Технологическим элементом технического обслуживания и ремонта является диагностика - совокупность мероприятий в системе технического обслуживания и ремонта для получения информации о состоянии оборудования с целью прогнозирования его ресурса,

определения необходимого объема ремонтных работ, управления своевременным и качественным их выполнением.

По концентрации выполняемых работ техническое обслуживание может быть организовано по централизованной, децентрализованной или смешанной системе. Различают также следующие виды организации ремонта: обезличенный, необезличенный, тупиковый, агрегатный, последовательно-агрегатный, смешанный.

Постоянная техническая готовность и высокая работоспособность оборудования предприятия обеспечивается единой системой планово-предупредительного ремонта (ППР). В условиях системы ППР потребность оборудования в технических обслуживаниях и ремонтах удовлетворяется через установленный объем наработки в соответствии с ремонтным циклом. Перечень и последовательность выполнения видов технического обслуживания и ремонтов представляет собой структуру ремонтного цикла.

О – М – О – М – О – С – О – М – О – М – О – С – О – М – О – М – К,

где О - профилактический осмотр оборудования;

М - малый ремонт;

С - средний ремонт;

К - капитальный ремонт.

Управление системой технического обслуживания и ремонта осуществляется на предприятиях службой главного механика во взаимодействии с цеховыми и другими службами и отделами предприятия. Отдел главного механика (ОГМ) в своем составе имеет: бюро планово-предупредительного ремонта, ремонтно-механический цех (РМЦ), конструкторское бюро, склад запчастей.

Ремонтные работы осуществляются:

- группой механика цеха - текущее обслуживание и профилактический осмотр оборудования, малый средний и аварийный ремонты;

- ремонтно-механическим цехом (РМЦ) - капитальные, средние, сложные ремонты;

- отделом главного механика - заключает договора на проведение капитальных ремонтов на специализированных предприятиях и заводах изготовителях сложного и специального оборудования.

2.6.3 Организация управления участком

Основным структурным подразделением цеха является производственный участок, на котором производится выпуск оговоренной продукции. Во главе производственного участка стоит мастер.

Цех совместно с производственными участками решает следующие задачи:

- выполнение плана производства заданной номенклатуры деталей;
- обеспечение качества выпускаемой продукции.

Мастер является организатором производства на своем участке.

Его права:

- производить расстановку рабочих на участке; принимать совместно с начальником цеха на работу, направляемых отделом кадров, работников и отстранять от работы рабочих по установленным причинам;
- премировать рабочих за высокие производственные показатели;
- накладывать дисциплинарные взыскания на рабочих не добросовестно выполняющих свою работу или нарушающих производственную дисциплину;
- вносить предложения о присвоении в установленном порядке тарифных разрядах.

Обязанности мастера:

- максимально эффективно использовать производственные мощности участка, обеспечивать выполнение производственных заданий, предупреждать появление брака, не допускать простоев в работе, обеспечивать экономию сырья и материалов;
- следить за расходованием фонда заработной платы;

- участвовать в пересмотре норм и расценок, внедрять обоснованные нормы;
- создавать условия для высокопроизводительного труда рабочих, содействовать развитию рационализаторства и изобретательства;
- обеспечить соблюдение норм и правил охраны труда на участке.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Проектирование станочного приспособления

Объектом проектирования является специальное протяжное приспособление на две детали. Опишем конструкцию данного приспособления.

Приспособление устанавливается на столе вертикально-протяжного станка, входя в его пазы шпонкам которые крепятся к плите приспособления с помощью винтов, и башмаками высота которых регулируется с помощью винтов. Корпус приспособления крепится к плите с помощью винтов.

Каждая из заготовок базируется в приспособлении на двух пальцах, лишаящих ее трех степеней свободы, и по двум пластинам, которые отнимают у нее еще три степени свободы, и зажимается тремя гайками. Губки крепятся винтами к кулачкам, которые перемещаются по направляющим пазам корпусов. В кулачках выполнены выточки, в которые входят поршни. Поршни 21 крепятся винтами к гидроцилиндрам.

Зажим заготовок осуществляется с помощью гидроцилиндров, которые тянут поршни, которые в свою очередь увлекают за собой кулачки. За счет того, что кулачки расположены под углом к оси заготовки, диаметр обхвата губок уменьшается и заготовка зажимается.

Поворот заготовок на угол 70° производится с помощью гидроцилиндров. Шток-рейки этих гидроцилиндров входят в зацепление с зубчатыми колесами и при их перемещении производится поворот корпусов вместе с кулачками, в которых зажата заготовка, и барабанов, на которых крепятся гидроцилиндры.

Для защиты приспособления от грязи барабаны закрыты с задней стороны кожухом.

Для добавления масла в приспособление предусмотрена полость Е, которая закрывается крышкой. Для герметизации полости служит уплотнение.

На рисунке 3.2 представлен алмазно-расточный станок модификации 2607.

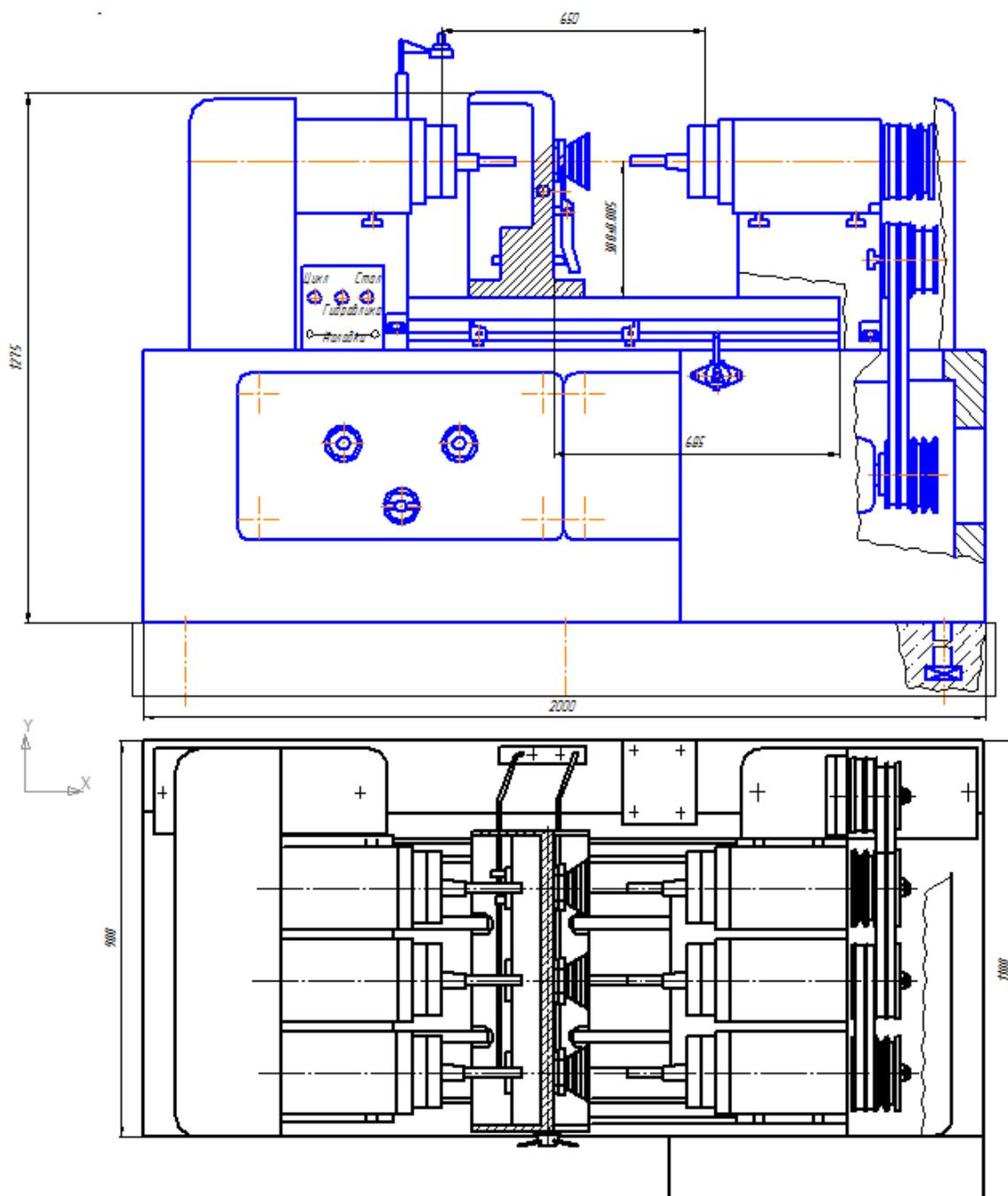


Рисунок 3.2 - Алмазно-расточный станок модификации 2607

3.1.1 Расчет тягового усилия на штоке гидроцилиндров приспособления

Рассчитаем силу зажима и усилие на штоке гидроцилиндра 3. Определение усилия зажима, необходимых для надежного удержания обрабатываемых заготовок является основой для установления расчетно-конструктивных параметров силовых цилиндров, приводов и зажимных устройств

приспособлений. Расчет необходимых зажимных сил выполняется в следующей последовательности.

1. Выбирается оптимальная схема базирования и закрепления заготовки.

При этом следует определить места расположения размеры установочных элементов (постоянных опор) в приспособлении, составить схему закрепления заготовки, т.е. определить места приложения и направления зажимных сил и их моментов. По заданным режимам резания следует определить величину, направление и место приложения сил резания для наиболее неблагоприятного случая, требующего наибольших зажимных сил.

2. На составленной схеме изображаются стрелками все приложенные к заготовке силы: стремящиеся сдвинуть или повернуть ее в приспособлении (силы резания и их моменты) и удерживающие (зажимные силы, силы трения и реакции опор).

3. Вводится коэффициент надежности закрепления k , учитывающий возможное увеличение силы резания в процессе обработки. Величина коэффициента запаса (надежности) k устанавливается дифференциально с учетом конкретных условий обработки и закрепления заготовки:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \quad (0)$$

где k_0 - гарантированный коэффициент запаса надежности закрепления (1,5)

k_1 - коэффициент, учитывающий увеличение силы резания из-за случайных неровностей на заготовке (1);

k_2 - коэффициент, учитывающий увеличение силы резания от затупления режущего инструмента (1,5);

k_3 - коэффициент, учитывающий условия обработки при прерывистом резании (1,2);

k_4 - коэффициент, характеризующий погрешность зажимного устройства (1);

k_5 - коэффициент, характеризующий степень удобства расположения рукояток в ручных зажимных механизмах (1);

k_6 - коэффициент, учитывающий только наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку на опорах (1).

4 Устанавливаются усилия зажима. Величина зажимного усилия определяется на основе решения задачи статики на равновесие заготовки под действием все приложенных к ней сил и моментов.

Составим уравнение статики: сумма моментов всех сил, приложенных к заготовке, относительно точки N равна нулю:

$$\sum_{i=0}^n M_{Ni=0} = 0$$

$$k \cdot P_z \cdot a - 3 \cdot Q \cdot b + 3 \cdot Q \cdot f \cdot c = 0$$

где P_z - сила резания, Н;

Q - усилие зажима, Н;

f - коэффициент трения (0.2)/

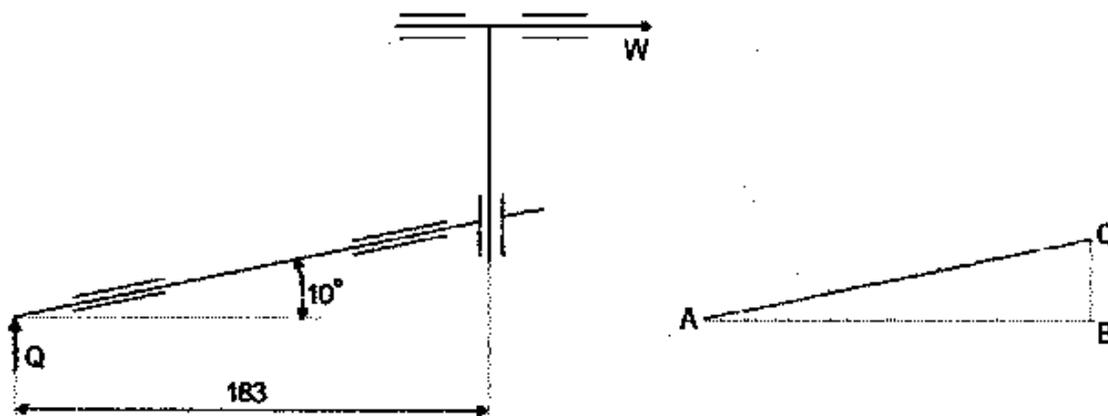


Рисунок 3.3– Геометрическая схема для расчета усилий на штоке гидроцилиндров

5. По найденной силе зажима рассчитываются зажимные механизмы приспособления, определяется сила на штоке, а по ней основные размеры силовых цилиндров.

Сила на штоке находится из геометрической задачи по схеме, представленной на рисунке 3.3.

По найденному усилию на штоке выбираем минимально допустимый диаметр гидроцилиндра: $D=125$ мм, диаметр штока $d=60$.

3.1.2 Расчет приспособления на точность

Основное требование, предъявляемое к приспособлению - обеспечить заданную точность обработки на настроенном станке. Это значит, что для каждого выдерживаемого на операции размера (отклонение расположения каждой обрабатываемой поверхности) должно соблюдаться следующее правило:

$$\delta_{\Sigma} \leq a \quad (3.1)$$

где a - допуск на размер, на отклонение (от соосности, параллельности и т.д) расположения обрабатываемой поверхности в Мг;

δ_{Σ} - максимальная результирующая погрешность обработки.

Результирующая погрешность обработки является следствием влияния совокупности различных факторов, порождающих погрешности обработки.

При обработке заготовок в приспособлениях на настроенных станках можно выделить следующие погрешности:

$$\delta = K \sqrt{\delta_c^2 + \delta_{рп}^2 + \delta_{б\text{и}б}^2 + \delta_{п\text{а}}^2 + \delta_{з}^2 + \delta_{пл}^2 + \delta_{п}^2 + \delta_{р\text{и}}^2 + \delta_{д}^2 + \delta_{из}^2} \quad (3.2)$$

K - коэффициент, учитывающий закон распределения составляющих погрешностей;

δ_c - погрешность станка в незагруженном состоянии, вызываемая погрешностями изготовления и сборки его деталей и узлов и их износом;

$\delta_{рп}$ - погрешность расположения приспособления на станке - расположения посадочных поверхностей приспособления относительно посадочного места станка.

$\delta_{по}$ - погрешность расположения опорных поверхностей относительно посадочных поверхностей приспособления;

$\delta_{биб}$ - погрешность базирования исходной базы заготовки в приспособлении;

$\delta_{э}$ - погрешность, вызываемая закреплением заготовки в приспособлении;

$\delta_{пп}$ - погрешность расположения направляющих элементов относительно опорных элементов приспособления;

$\delta_{н}$ - погрешность настройки, связанная с погрешностью расположения инструмента относительно направляющих элементов приспособления;

$\delta_{и}$ - погрешность инструмента, порождаемая погрешностью его изготовления;

$\delta_{ри}$ - погрешность расположения инструмента на станке;

$\delta_{д}$ - погрешность, возникающая вследствие деформации технологической системы СПИД под влиянием сил резания.

$\delta_{из}$ -погрешность, вызываемая износом режущего инструмента.

Указанные погрешности не всегда наблюдаются все одновременно. Чаще приходится иметь дело с их частью, так как значения остальных настолько малы, что их влияние можно пренебречь.

Произведем расчет протяжного приспособления.

Размерами, на точность которых влияет приспособление, являются:

- $\perp 0,5 \text{ Б}$ - допуск углового положения оси симметрии;

- $\perp 0,03 \text{ В}$ - допуск на угол поворота 70° .

Из них выбираем самый жесткий допуск (0,03 мм).

Составляющие погрешности, влияющие на точность проверяемого размера:

$\delta_c = 0,01 \text{ мм}$; $\delta_{биб} = 0,017 \text{ мм}$

$$\delta = K \sqrt{\delta_c^2 + \delta_{биб}^2} \quad (3.3)$$

$$\delta = 1,2 \sqrt{0,01^2 + 0,017^2} = 0,023 \text{ мм}$$

$\delta = 0,023 \text{ мм} \leq a=0,03 \text{ мм}$, следовательно данное приспособление обеспечивает заданную точность обработки.

3.2 Проектирование контрольного приспособления

Контрольным приспособлением в данном дипломном проекте является специальное контрольное приспособление.

Приспособление состоит из плиты, на которой располагается вращающийся барабан, на который устанавливается и контролируемая деталь. Барабан состоит из основания, неподвижно закрепленного на плите с помощью винтов и штифтов, и корпуса, вращающегося на шарикоподшипнике, расположенном между основанием и корпусом. Для защиты подшипника от загрязнения на корпусе предусмотрен кожух, который крепится к нему с помощью шести винтов. Сверху на корпусе располагаются подвижная и неподвижная призмы, на которых и базируется деталь при измерении ее параметров.

Также к плите крепится с помощью винтов и штифтов кронштейн. На оси кронштейна вращается уголок, в котором с помощью оси базируется призма, накидываемая на оправку при измерениях. На той же оси крепятся рукоятка с индикатором.

Кроме того, на плите устанавливается стойка индикаторная с индикатором. Для более устойчивой установки приспособления на контрольный стол в плиту вворачиваются ножки.

Данное приспособление предназначено для контролирования допуска пересечения оси Б отверстий $\varnothing 35\text{мм}$ относительно базовой оси Г - оси пересечения плоскостей симметрии зубьев В и Д, а также угла поворота оси Д симметрии зубьев относительно оси Б.

Принцип работы контрольного приспособления заключается в следующем. На призмы устанавливается эталон. Индикаторы настраиваются «0». Затем эталон снимается и аналогично на приспособление устанавливается

контролируемое изделие. В отверстие $\varnothing 35\text{мм}$ вставляется оправка 17 и на нее накладывается призма 5.

После оттого снимаются показания индикаторов. Изделие считается годным, если показание индикатора I (см. рисунок 3.4.), не более 0,5 мм.

При проверке допуска пересечения осей показание индикатора II должно быть не более $\pm 0,04\text{ мм}$.

Контрольное приспособление представлено на рисунке 3.4.

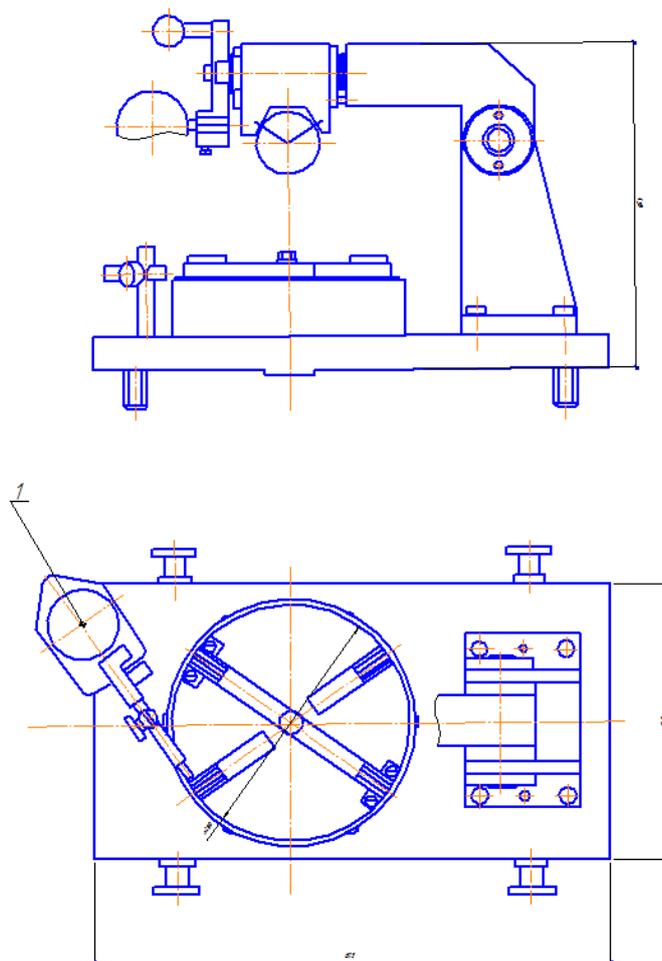


Рисунок 3.4 – Контрольное приспособление

3.3 Проектирование режущего инструмента

3.3.1 Проектирование и расчет торцевой фрезы

Для обработки плоской поверхности детали выбираем торцевую фрезу с механическим креплением сменных, многогранных пластин. Торцевые фрезы

по сравнению с цилиндрическими имеют большую поверхность контакта с обрабатываемой поверхностью, а следовательно в работе участвуют большее число зубьев и колебание нагрузки снижаются, а равномерность фрезерования повышается. Также торцовые фрезы отличаются большей производительностью. Применение сменных, многогранных пластин исключает операции переточки инструмента, пайки ножей снижает количество брака при изготовлении, и при этом дает возможность многократного использования корпус и использование новых марок твердого сплава, в том числе трудно поддающихся пайке.

Так как диаметр фрезы более 40 мм, то фрезу выбираем концевую, которая вставляется в шпиндель станка.

Выбираем корпус фрезы из стали 50ХФА ГОСТ 14959-81, а сменную, многогранную пластину из твердого сплава ВК8 ГОСТ 26530-86.

Диаметр фрезы, зависящий от ширины фрезерования B , определим по формуле

$$D = (1.2 \dots 1.6) B, \quad (3.4)$$

где $B = 30\text{мм}$.

Рассчитаем диаметр фрезы

$$D = 1.3 * 30 = 39\text{мм}$$

Принимаем стандартный размер фрезы $D = 40\text{мм}$.

Число зубьев фрезы предварительно рассчитываем из условия равномерного фрезерования по формуле

$$z = (360 * \xi) / \psi, \quad (3.5)$$

где ψ - угол контакта фрезы с заготовкой

$$\psi = \arctg(1 - (2t/D)) = \arctg(1 - (2 * 3,855/40)) = 32,3$$

$\xi \geq 2$ – коэффициент равномерности фрезерования, $\xi = 2$.

$$z = (360 * 2) / 32,3 = 22,4$$

По данным расчетам число зубьев получается слишком большим. Для удобства размещения пластин с механическим креплением число зубьев берем меньше, чем получено по формуле. Рекомендуемое число зубьев для торцевых фрез данного диаметра с механическим креплением пластин равно 6, поэтому принимаем $z = 6$.

Для выбора пластины рассчитаем число граней пластины по формуле

$$n = 360/(\varphi + \varphi_1), \quad (3.6)$$

где φ и φ_1 – углы в плане (главный и вспомогательный). $\varphi = 75^\circ$ и $\varphi_1 = 15^\circ$

Тогда

$$n = 360/(75+15) = 4$$

Выбираем пластинку квадратной формы. Задний угол α принимаем 11° , он необходим для устранения трения задней поверхности пластины об обрабатываемую поверхность в процессе резания. Передний угол выбираем в зависимости от физико-механических свойств обрабатываемого материала и характеристик материала режущей части инструмента.. Следовательно, для обеспечения заданных углов у фрезы, выбираем пластину с углами $\alpha = 11^\circ, \gamma = 0^\circ$.

Длину режущей кромки l пластины принимаем такую, чтобы она обеспечивала удаление срезаемого слоя на всю толщину за один проход.

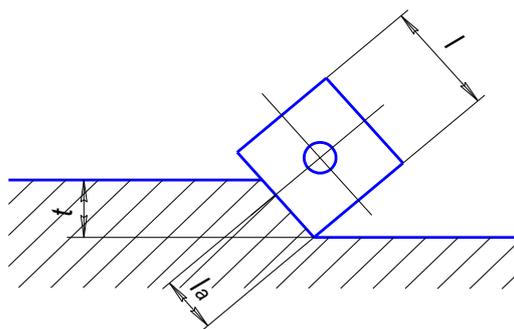


Рисунок 3.5 - Схема резания пластинами квадратной формы

Условие: $la = \frac{2}{3} l$.

Так как

$$la = 3,855/\text{tg}75^\circ = 4,2\text{мм}, \text{ то}$$

$$l = 3 \cdot l_a / 2 = 3 \cdot 4,2 / 2 = 6,3.$$

Принимаем длину режущей кромки $l = 12,7$ мм.

Соответственно данной длине определяем остальные параметры пластины по ГОСТ 19050-81

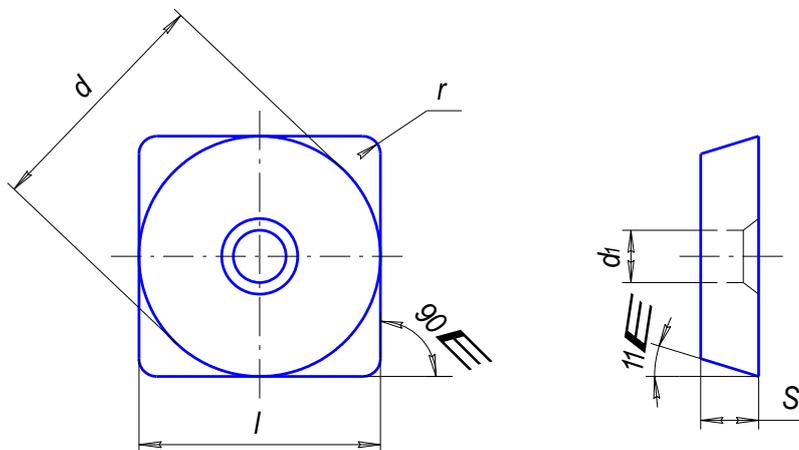


Рисунок 3.6 - Эскиз пластины

$$l = 12,7 \text{ мм}, d = 12,7; d_1 = 5,16; S = 4,76; r = 1,2, ic = 12,7$$

Закодируем пластину: SPAN - 120408

S – форма пластины: квадрат;

P – задний угол: $\alpha = 11^\circ$;

A – допуск на размеры $m, S, ic : \pm 0,11; \pm 0,11; \pm 0,07$;

N – тип пластины: односторонняя;

12 - длина режущей кромки без учета знаков после запятой, $l = 12,7$ мм;

04 – толщина пластины без учета знаков после запятой, $S = 4,76$;

08 – радиус при вершине : $r = 0,8$ мм

Так как фреза предназначена для торцевого фрезерования необработанной поверхности, то главным условием является жесткое закрепление пластины. Поэтому выбираем закрепление пластины – через центральное отверстие винтом с конической головкой. Базируем пластину по двум сторонам. Выбираем способ крепления пластины к корпусу с помощью винта с конической головкой. Это наиболее широко применяемый способ крепления, он наиболее технологичен и прост по сравнению с другими. Он

обеспечивает поджим пластины к базовым поверхностям за счет смещения осей, то есть точное позиционирование пластины в гнезде корпуса.

Во время работы инструмента оправка подвергается сложному изгибу из-за наличия крутящего и изгибающего моментов (как балка, защемленная одним кольцом)

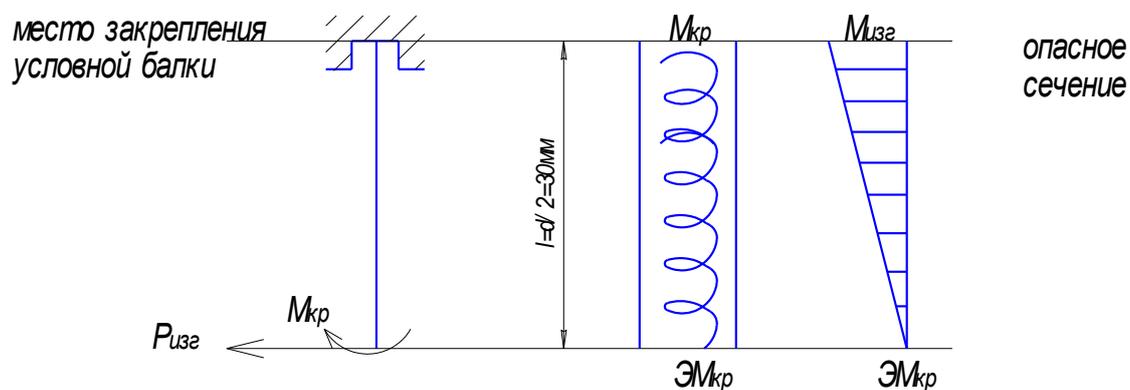


Рисунок 3.7 - Расчетная схема оправки

Эквивалентный момент

$$M_{\text{экв}} = \sqrt{(M_{\text{кр}}^2 + M_{\text{изг}}^2)}, [11]$$

где $M_{\text{кр}}$ – крутящий момент

$M_{\text{изг}}$ – изгибающий момент

$$M_{\text{изг}} = P_{\text{изг}} * l = \sqrt{(P_y^2 + P_z^2)} * d/2, \quad (3.7)$$

где P_z – главная составляющая силы резания при фрезеровании – окружная сила,

P_y – радиальная составляющая силы резания

$$P_z = 1943 \text{ Н}$$

$$P_y = 0,4 * 1943 = 777,2 \text{ Н}$$

Изгибающий момент

$$M_{\text{изг}} = \sqrt{(777,2^2 + 1943^2)} * 0,06/2 = 62,78 \text{ Н*м}$$

Крутящий момент

$$M_{\text{кр}} = (P_z * D) / 2 * 100 = (1943 * 250) / 2 * 100 = 2428.75 \text{ Н*м}$$

Тогда эквивалентный момент

$$M_{\text{экв}} = \sqrt{(62,78^2 + 2428,75^2)} = 2429,56 \text{ Н*м}$$

Условием прочности является

$$\sigma \leq [\sigma]_{\text{экв}}$$

Так как оправка выполнена из стали Ст5, то $[\sigma]_{\text{экв}} = 200 \text{ МПа}$ – допустимое эквивалентное напряжение.

σ – расчетное напряжение в опасном сечении

$$\sigma = M_{\text{экв}} / W$$

где W – момент сопротивления сечения

$W = \pi d^3 / 32$ – для круглого сечения

$$W = 3,14 * 0,06^3 / 32 = 0,000021195 \text{ м}^2$$

Расчетное напряжение

$$\sigma = 2429,56 / 0,000021195 = 114628981 \text{ Па}$$

Условие прочности соблюдается

$$114628981 \text{ Па} < 200000000 \text{ Па}$$

Таким образом, диаметр оправки 60мм по прочности подходит для данной фрезы и условий обработки

Выбранная и рассчитанная фреза изображена на чертеже.

3.3.2 Проектирование и расчет зенкера

Зенкеры предназначаются для увеличения диаметров цилиндрических и конических отверстий, полученных после сверления, отливки,ковки и штамповки.

Зенкеры для увлечения диаметра отверстий применяются для окончательной обработки отверстий 4 -5 –го классов точности.

Зенкеры изготавливаются с тремя или четырьмя канавками.

Режущая часть предназначается для удаления всего припуска на обработку, поэтому длина режущей части выбирается в зависимости от глубины резания t .

Расчет режущего инструмента зенкера для обработки отверстия диаметром 35 мм.

Исходные данные:

оборудование : станок алмазно-расточный

материал заготовки: сталь 35 ГОСТ 1050-74

шероховатость обрабатываемой поверхности Ra 20

глубина резания $t = 3,5$ мм

длина зенкерования 14 мм

твёрдость заготовки $HB \leq 255$

Для обработки поверхности 9 операции 005 выбираем зенкер диаметром 35 мм со сменными многогранными пластинами ВК8 ГОСТ 3882-72 регулируемые в зависимости от размера обрабатываемой поверхности, с использованием ключа ГОСТ 11737-74 для регулирования. Такой режущий инструмент – зенкер, по сравнению с другими зенкерами, отличается большей производительностью и в процессе резания участвует большее число зубьев. Повышение стойкости в 2 раза.

1. Определение параметров зенкера.

Диаметр зенкера D принимается равным диаметру обрабатываемого отверстия, с учетом допуска по ГОСТ 12509-75.

Определение глубины резания.

$$t = \frac{D_3 - D}{2}, \text{ где } D_3 = 50 \quad D = 43 \quad t = \frac{50 - 43}{2} = 3,5 \text{ мм на сторону.}$$

2. Определение геометрических параметров и конструктивных параметров рабочей части зенкера. По ГОСТ 12489-71, ГОСТ 21541-76 выбираем по таблицам режимов резания:

задний угол α на задней поверхности $\alpha = 12^\circ \pm 1^\circ \div 14^\circ \pm 1^\circ$

задний угол α на калибрующей поверхности $\alpha_e = 8^\circ$

передний угол $\gamma = 0^\circ \div 1^\circ$ на фаске шириной $f=0,5$ мм.

Угол наклона канавки $\varpi = 10^\circ$

Профиль канавок прямоугольный. Таким образом пластины СМП.

$$H = \pi D c t g 10^\circ \quad H = 3,14 \cdot 65,5 \cdot 5,6173 = 115,1 \text{ мм}$$

Принимаем главный угол в плане $\varphi = 60^\circ$, вспомогательный угол в плане $\varphi_1 = 5^\circ$. Обратную конусность на длине пластины СМП из твердого сплава принимаем равной 0,05 мм

Ширина ленточки $f=1,5$ мм.

Определение числа граней у пластины:

$$n = \frac{360^\circ}{\varphi + \varphi_1} \quad n = \frac{360}{60 + 5} = 4,9$$

принимаем 4 грани у пластины.

Исходя из количества граней определяем углы пластин:

Угол при вершине пластин ε рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon = \frac{180(n-2)}{n} = \frac{180 \cdot 2}{4} = 90^\circ.$$

Угол, определяющий положение плоскости относительно главной режущей

кромки $\beta = \arctg\left(\frac{\operatorname{tg} 15^\circ \cdot \sin 90^\circ}{\operatorname{tg} 15^\circ + \cos 90^\circ \cdot \operatorname{tg} 14^\circ}\right) = 53^\circ$

Угол наклона пластины: $\mu = \arctg\left(\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sin \beta}\right) = \operatorname{arctg}\left(\frac{\operatorname{tg} 14^\circ}{\sin 53^\circ}\right) = 18^\circ$

Угол между основанием державки зенкера и плоскостью сечения:

$$\psi = \varphi + \beta - 90^\circ = 60^\circ + 53^\circ - 90^\circ = 23^\circ$$

Угол наклона пластины: $\operatorname{tg} \omega = \operatorname{tg} \gamma \cdot \cos \gamma = \operatorname{tg} 15^\circ \cdot \cos 9^\circ = 0,277 \quad \omega = 12^\circ$

Геометрические размеры пластины: толщина пластины выбирается по ГОСТ19042-80

$$S=4,76 \text{ мм } l=11,5 \text{ мм } d=6,75 \text{ мм } m=17,562 \text{ мм}$$

Материал пластины ВК8

Форма – квадратная № 2008-1854МС1460

Материал корпуса зенкера – сталь 45 ГОСТ 1050-88

Материал хвостовика – сталь 45Х ГОСТ 4543-71

2. Определение конструктивных элементов зенкера. По справочнику по ГОСТ 3231-71 зенкер оснащен пластинами из твердого сплава с коническим хвостовиком.

Длина рабочей части хвостовика по формуле: $l = l_3 + 3D$

l_3 - глубина зенкерования

$$l_3 = 14 \text{ мм} \quad l_{\text{раб}} = 14 + 3 \cdot 43 = 97 \text{ мм} \text{ принимаем } l_{\text{ддд}} = 98 \text{ мм}$$

$$l_1 - \text{длина заборной части; } l_1 = 0,04D + 2 \text{ мм} = 0,04 \cdot 65,5 + 2 = 4,62 \text{ мм}$$

$$l_1 \text{ принимаем } 5 \text{ мм } l_1 = 5 \text{ мм}$$

$$l_2 - \text{длина шейки } l_2 = 8 \div 12 \text{ мм } l_2 = 8 \text{ мм}$$

Профиль канавки принимается по ГОСТ 3231-71 с пластинами ВК8

число зубьев зенкера - 3

Хвостовик выбирается по ГОСТ 25557-82 - конус Морзе 3

Конусность: $1:19,922 = 0,005020$ или $\theta = 1^\circ 26' 16''$

Параметры хвостовика: $D = 29 \text{ мм}$ $D = 31,3 \text{ мм}$ $s = 10 \text{ мм}$ - толщина лапки
 $l = 19 \text{ мм}$, $R = 10$

$$\text{Общая длина: } L = l_{\text{рч}} + l_{\text{шейки}} + l_{\text{хв}} + L_{\text{н}} + L_{\text{он}}$$

4. Определение режимов резания зенкера на обработку: $\frac{h}{2} = \frac{t}{2} = 2,1 \text{ мм}$ -

удаляется за один проход

$$t = 3,5 \text{ мм на диаметр} \quad T_i = \frac{L}{n \cdot S}$$

L - путь проходящий инструментом в направлении подачи - глубина зенкерования.

$$L = l + y + \Delta \quad L = 14 + 2 + 2 = 18 \text{ мм}$$

$\Delta = 1 \div 3 \text{ мм}$ - величина перебега инструмента

$$y = 0,45 \cdot \text{ctg } 60^\circ = 0,45 \cdot 0,51 = 2,04 \text{ принимаем } y = 2 \text{ мм}$$

y - величина врезания

$$S = 1,01 \text{ мм/об } n = 136,3 \text{ об/мин } T = 0,14 \text{ мм}$$

На данную пластину действует осевая сила P_x и момент сопротивления:

$$M = C_m \cdot D^{z_m} \cdot t^{x_m} S^{y_m} K_H \text{ КГС мм}$$

Для материала сталь 35 из справочника режимов резания машиностроительные нормативы:

$$C_m = 943$$

$$z_m = 0,75$$

$$x_m = 0,8$$

$$y_m = 0,95$$

$$M = 943 \cdot 65,5^{0,75} \cdot 2,1^{0,8} \cdot 1,54^{0,95} = 59239,69 \text{ КГС мм}$$

Осевая сила и момент при зенкеровании вследствие малой глубины резания имеют малую величину подсчитывается редко при обработке чугунов.

Износ режущего инструмента – зенкера принимается по уголкам пластин $\delta = 0,8 \div 1,5 \text{ мм}$ и по задней поверхности технические требования к зенкерам оснащенным пластинами из твердого сплава ГОСТ 12509-75.

4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТА

4.1 Годовая программа и форма организации производственного участка

На основании принятого объёма выпуска продукции рассчитывается объём её запуска в производство.

Годовой объём запуска рассчитывается по формуле:

$$Q_3 = \frac{100 + \beta}{100} \cdot Q_B, \quad (4.1)$$

где Q_B – годовой объём выпуска изделий, установленный заданием по дипломному проекту, $Q_B = 3000$ шт.;

β – процент, учитывающий расход изделий на наладку и потери на возможный брак, $\beta = 0,5\%$.

$$Q_3 = \frac{100 + 0,5}{100} \cdot 3000 = 3015 \text{ шт.}$$

Q_3 принимается для обоих вариантов технологического процесса.

4.2 Потребность в производственном оборудовании

Расчетное количество оборудования W_p определяется по формуле:

$$W_p = \frac{T' + T''}{k_{BH} \cdot \gamma_{ZO} \cdot f_{ЭО}}, \quad (4.2)$$

где T' – машиноёмкость изготовления продукции, ч

T'' – время, в течение которого оборудование занято заменой и переналадкой штампов, ч

$k_{\hat{A}i}$ – коэффициент перевыполнения нормы, $k_{\hat{A}i} = 1,1$

γ_{CI} – коэффициент допустимой нагрузки, $\gamma_{CI} = 0,90$

$f_{\hat{Y}i}$ – годовой эффективный фонд времени работы оборудования.

$$T' = \frac{t_{\phi\phi} \cdot Q_C}{60}, \quad (4.3)$$

где $t_{\phi\phi}$ – штучное калькуляционное время, выбирается по наиболее загруженному оборудованию технологической линии, мин.

Для базового варианта:

$$T'_1 = \frac{10,81 \cdot 3015}{60} = 543 \text{ ч.}$$

Для проектного варианта:

$$T'_2 = \frac{14,58 \cdot 3015}{60} = 733 \text{ ч.}$$

$$T'' = \frac{t_M^H \cdot n_H}{60}, \quad (4.4)$$

где t_i^f – время на одну переналадку, $t_i^f = 30$ мин;

n_H – число переналадок на программу.

$$n_H = \frac{Q_3}{T_{CT}},$$

где T_{CT} – стойкость штампов до переналадки, принимаем $T_{CT1} = 40$, $T_{CT2} = 34$.

$$n_{H1} = \frac{3015}{40} = 75;$$

$$n_{H2} = \frac{3015}{34} = 89.$$

$$T''_1 = \frac{30 \cdot 75}{60} = 24 \text{ ч.};$$

$$T''_2 = \frac{30 \cdot 89}{60} = 28 \text{ ч.}$$

$$f_{\text{ЭО}} = f_H \cdot S \cdot \frac{(100 - P)}{100},$$

где f_H – годовой номинальный фонд времени смены, $f_H = 2024$ ч;

S – режим работы оборудования, смен, $S = 1$;

P – потери от номинального фонда времени, учитывающие простои оборудования в плановом ремонте, $P = 9\%$.

$$f_{\text{ЭО}} = 2024 \cdot 1 \cdot \frac{(100 - 9)}{100} = 1842 \text{ ч.},$$

для обоих вариантов.

$$W_{p1} = \frac{340 + 24}{1,1 \cdot 0,9 \cdot 1842} = 0,19;$$

$$W_{p2} = \frac{459 + 28}{1,1 \cdot 0,9 \cdot 1842} = 0,28.$$

Принимаем по одному станку. В базовом варианте используется 7 единиц оборудования, а в проектном 1, по одному на каждую операцию.

Коэффициенты загрузки γ_c принимаем $\gamma_c = 0,8 \dots 0,9$.

Исходные данные и результаты расчетов представлены в таблице 2, а технико-экономические показатели оборудования – в таблице 3.

4.3 Производственная площадь

В базовом варианте используется 390 м² при цене за 2006 год 313,70 руб/м² в месяц, в проектном варианте будет использоваться 378 м² за эту же цену.

Затраты на аренду производственной площади:

$$S_{\text{баз}} = 390 \cdot 313,7 \cdot 12 = 1468116 \text{ руб.},$$

$$S_{\text{пр}} = 378 \cdot 313,7 \cdot 12 = 1422943,2 \text{ руб.}$$

4.4 Основные и вспомогательные материалы

Расход основного материала в тоннах на годовую программу рассчитывается по формуле:

$$G = \frac{Q_z \cdot q_M - Q_{BO}}{1000}, \quad (4.5)$$

где q_M – расход основного материала на изделие, $q_M = 8,66$ кг.

Величина возвратных отходов Q_{BO} определяется из соотношения:

$$Q_{BO} = Q_z \cdot q_{BO} + q_n \cdot Q_z - Q_B,$$

где q_{BO} – вес возвратных отходов на изделие, $q_{BO} = 0,96$ кг;

q_n – вес изделия (отливки), $q_n = 7,76$ кг.

$$Q_{BO} = 3015 \cdot 0,96 + 7,76 \cdot 3015 - 3000 = 3002 \text{ кг.}$$

$$G = \frac{3000 \cdot 8,66 - 3002}{1000} = 14,5 \text{ т.}$$

Уточненная норма расхода q_n основного материала на изделие определяется как:

$$q_n = \frac{G}{Q} = \frac{14500}{3000} = 7,7 \text{ кг.}$$

Расчет затрат на основные материалы C_M производится по формуле:

$$C_M = G \cdot Z_M \cdot \left(\frac{100 + t_M}{100} \right),$$

где Z_M – оптовая цена материала, $Z_M = 24800$ руб/т;

t_M – процент транспортно-заготовительных расходов, $t_M = 4\%$.

$$C_M = 14,5 \cdot 24800 \cdot \left(\frac{100 + 4}{100} \right) = 373984 \text{ руб}$$

Рассчитывается выручка от реализации лома и стружки – отходов основного материала:

$$C_O = Q_{BO} \cdot Z_{BO},$$

где Z_{BO} – сбытовые цены на лом и отходы основного материала.

$$Z_{BO} = 0,25 Z_M = 0,25 \cdot 24800 = 6200 \text{ руб./т.}$$

$$C_O = 1,88328 \cdot 6200 = 11676,34 \text{ руб.}$$

4.5 Расчет численности работающих

Численность работающих в цехе определяется по категориям:

а) Расчет численности основных производственных рабочих:

$$K_{OP,i} = \frac{F_D \cdot C_{npi} \cdot \eta_3}{F_{\text{Э}} \cdot K_e} K_M, \quad (4.6)$$

где F_D – действительный годовой фонд времени работы оборудования;

C_{npi} – принятое количество оборудования i -той группы станков;

η_3 – средний коэффициент загрузки;

$F_{\text{Э}}$ – 1820 ч – годовой эффективный фонд времени работы одного рабочего;

$K_{\text{ор.ток}}$ = чел.

принимаем Кор.ток= 1 чел.

Кор.св-раст= чел.

принимаем Кор.св-раст= 1 чел.

Кор.шлиф-зат= чел.

принимаем Кор.шлиф-зат= 1 чел.

Кор.фрез= чел.

принимаем Кор.фрез= 1 чел.

Кор.пресс= чел.

принимаем Кор.пресс= 1 чел.

Кор.друг= чел.

принимаем Кор.друг= 1 чел.

Общая численность основных производственных рабочих проектируемого цеха:

$$\begin{aligned} \text{Кор} = & \text{Кор.ток-ЧПУ} + \text{Кор.ток} + \text{Кор.св-раст} + \text{Кор.шлиф-зат} + \text{Кор.фрез} + \\ & \text{Кор.пресс} + \text{Кор.друг}, \end{aligned} \quad (4.7)$$

$$\text{Кор} = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 7 \text{ чел}$$

Кроме того, к основным рабочим принимаем слесарей для выполнения слесарных операций из расчета 3-5% от числа производственных рабочих станочников.

$$K_{\text{р.слес}} = 5\% \cdot K_{\text{о.р.}}, \quad (4.8)$$

$$K_{\text{р.слес}} = 0,05 \cdot 7 = 0,35 \text{ чел.}$$

Принимаем $K_{\text{слес}} = 1$ чел.

Общее количество производственных рабочих:

$$K_{\text{произв}} = K_{\text{о.р.}} + K_{\text{слес}}, \quad (4.9)$$

$$K_{\text{произв}} = 7 + 1 = 8 \text{ чел.}$$

Таблица 7 – Сводная ведомость состава производственных рабочих цеха

Наименование профессии	Общее количество рабочих
Токарь – оператор ЧПУ	1
Токарь-универсал	1
Расточник	1
Сверловщик	1
Шлифовщик	1
Фрезеровщик	1
Другие	1
Слесарь	1
Итого	8

б) Расчет численности вспомогательных рабочих

Общее количество вспомогательных рабочих в серийном производстве принимается 30-40% от количества производственных рабочих. Принимаем 35%:

$$K_{всп} = 35\% \cdot K_{произв} \quad (4.10)$$

$$K_{всп} = 0,35 \cdot 8 = 2,8 \text{ чел.}$$

Принимаем $K_{всп} = 5$ чел.

Таблица 8 – Сводная ведомость состава вспомогательных рабочих цеха

Наименование профессии	Количество вспомогательных рабочих
Наладчик	1
Крановщик	1
Контролер	1
Слесарь по ремонту оборудования	1
Электрик	1
Итого:	5

Общее количество рабочих цеха:

$$K_{\text{общ}} = K_{\text{произв}} + K_{\text{всп}}, \quad (4.11)$$

$$K_{\text{общ}} = K_{\text{произв}} + K_{\text{всп}} = 8 + 5 = 13 \text{ чел}$$

в) Расчет численности служащих

Численность ИТР составляет 11÷13% от общего числа рабочих

$$K_{\text{ИТР}} = 13\% \cdot K_{\text{общ}}, \quad (4.12)$$

$$K_{\text{ИТР}} = 0,13 \cdot 13 = 1,69 \text{ чел}$$

Принимаем $K_{\text{ИТР}} = 2$ чел

Численность СКП составляет 1-3% от общего числа рабочих

$$K_{\text{СКП}} = 2\% \cdot K_{\text{общ}}, \quad (4.13)$$

$$K_{\text{СКП}} = 0,02 \cdot 13 = 0,26 \text{ чел}$$

Принимаем $K_{\text{СКП}} = 1$ чел

Общее число служащих:

$$K_{\text{служ}} = K_{\text{ИТР}} + K_{\text{СКП}}, \quad (4.14)$$

$$K_{\text{служ}} = 2 + 1 = 3 \text{ чел}$$

г) Расчет численности МОП

Младший обслуживающий персонал составляет 2-3% от общего количества рабочих

$$\text{КМОП}=2\% \cdot \text{Кобщ},$$

$$(4.15)$$

$$\text{КМОП}=0,02 \cdot 13=0,26 \text{ чел}$$

Принимаем КМОП=1 чел.

Таблица 9 - Сводная ведомость производственных рабочих проектируемого цеха

Наименование профессии	Общее кол-во рабочих	Количество рабочих					Средний тарифно-квалиф. коэф.
		Разряды					
		2	3	4	5	6	
		Тарифный коэффициент					
		1,3	1,56	1,79	2,06	2,37	
Токарь – оператор ЧПУ	1	-	-	1	-	-	1,79
Токарь-универсал	1	-	-	-	-	1	1,91
Расточник	1	-	1	-	-	-	1,56
Сверловщик	1	1	-	-	-	-	1,6
Шлифовщик	1	-	-	-	1	-	1,93
Фрезеровщик	1	-	-	-	1	-	1,72
Другие	1	-	1	-	-	-	1,56
Слесарь	1	-	-	1	-	-	1,68
Итого	8	1	2	2	2	1	1,74

$$\text{Общее число человеко-разрядов: } 2 \cdot 1 + 3 \cdot 2 + 4 \cdot 2 + 5 \cdot 2 + 6 \cdot 1 = 32$$

$$\text{Средний тарифно-квалификационный разряд: } 32/8=4,0$$

Таблица 10 - Сводная ведомость вспомогательных рабочих проектируемого цеха

Наименование профессии	Кол-во	Количество рабочих						Средний тарифный коэф-нт	Средний разряд по цеху
		Разряды							
		1	2	3	4	5	6		
		Тарифный коэффициент							
		1	1,12	1,29	1,59	1,94	2,5		
Наладчик	1	-	-	-	1	-	-	1,77	4,5
Крановщик	1	-	-	1	-	-	-	1,29	3
Контролер	1	-	-	-	-	1	-	1,44	3,5
Слесарь по ремонту	1	-	-	-	-	-	1	1,71	4,33
Электрик	1	-	-	-	-	1	-	1,77	4,5
ИТОГО:	5	-	-	1	1	2	1	1,66	4,17

Средний тарифно-квалификационный коэффициент работников цеха: 1,69

Таблица 11 – Сводная ведомость общего состава работающих на участке

Наименование категории работающих	Кол-во	В % от количества основных рабочих	В % от общего количества всех работающих в цехе
Основные рабочие	8	100	63
Вспомогательные рабочие	5	35,3	22,2
ИТР	3	17,6	11,1
СКП	1	2,9	1,85
МОП	1	2,9	1,85
Итого:	18		100

4.6 Расчет ФЗП и среднемесячной зарплаты

а) Заработная плата основных рабочих:

$$З_{о.р.} = T_{\Sigma} \cdot C_{р1} \cdot K_{ср}, \quad (4.16)$$

где T_{Σ} , н/час – общая трудоемкость работы;

$$T_{\Sigma} = 24600 \text{ н/час}$$

$C_{р1}$ – часовая тарифная ставка рабочего-сдельщика 1 разряда;

$$C_{р1} = 34 \text{ руб}$$

$K_{ср} = 1,74$ – средний тарифный коэффициент основного рабочего;

$$З_{о.р.} = 24600 \cdot 34 \cdot 1,74 = 1455336 \text{ руб}$$

Премия основных рабочих:

$$З_{пр.о} = 45\% З_{о.р.}, \quad (4.17)$$

$$З_{пр.о} = 0,45 \cdot 1455336 = 654901 \text{ руб}$$

Дополнительная зарплата основных рабочих:

$$З_{доп.о} = 11\% З_{о.р.}, \quad (4.18)$$

$$З_{доп.о} = 0,11 \cdot 1455336 = 160087 \text{ руб}$$

Районный коэффициент основных рабочих:

$$З_{р.к.о} = 15\% \cdot (З_{о.р.} + З_{пр.о} + З_{доп.о}), \quad (4.19)$$

$$Зр.к.о = 0,15(1455336+654901+160087) = 340549 \text{ руб}$$

Общий фонд заработной платы основных рабочих:

$$З_{общ.о} = З_{о.р.} + З_{пр.} + З_{доп} + З_{р.к.}, \quad (4.20)$$

$$З_{общ.о} = 1455336 + 654901 + 160087 + 340549 = 12621873 \text{ руб}$$

Среднемесячная зарплата основных рабочих:

$$З_{cp} = \frac{З_{общ.о}}{12 \cdot K_{о.р.}}, \quad (4.21)$$

$$З_{cp} = \frac{12621873}{12 \cdot 8} = 30935 \text{ руб}$$

где $K_{о.р.}$ - количество основных рабочих.

б) Заработная плата вспомогательных рабочих:

$$Зв.р. = T \cdot Ср1 \cdot K_{ср} \cdot Kв.р., \quad (4.22)$$

где $T = 1820$ час/год – трудоемкость работы вспомогательных рабочих;

$Ср1$ – часовая тарифная ставка рабочего-сдельщика (не станочника) 1 разряда;

$$Ср1 = 33 \text{ руб}$$

$K_{ср} = 1,66$ – средний тарифный коэффициент;

$Kв.р.$ - количество вспомогательных рабочих;

$$Kв.р. = 5 \text{ чел.}$$

$$Зв.р. = 1820 \cdot 33 \cdot 1,66 \cdot 5 = 1196395 \text{ руб}$$

Премия вспомогательных рабочих:

$$Зпр.в = 35\% Зв.р, \quad (4.23)$$

$$Зпр.в = 0,35 \cdot 1196395 = 418738 \text{ руб}$$

Дополнительная зарплата вспомогательных рабочих:

$$Здоп.в = 11\% Зв.р., \quad (4.24)$$

$$Здоп.в = 0,11 \cdot 1196395 = 131603 \text{ руб}$$

Районный коэффициент вспомогательных рабочих:

$$Зр.к.в = 15\% \cdot (Зв.р. + Зпр. + Здоп.), \quad (4.25)$$

$$Зр.к.в = 15\% \cdot (Зв.р. + Зпр. + Здоп.) = 0,15(1196395 + 418738 + 131603) = 262010 \text{ руб}$$

Общий фонд зарплаты вспомогательных рабочих:

$$Зобщ.в = Зв.р. + Зпр.в. + Здоп.в + Зр.к.в., \quad (4.26)$$

$$Зобщ.в = 1196395 + 418738 + 131603 + 262010 = 2008746 \text{ руб}$$

Среднемесячная зарплата вспомогательных рабочих:

$$З_{ср.в} = \frac{З_{общ}}{12 \cdot K_{в.р.}}, \quad (4.27)$$

$$z_{ср.в} = \frac{z_{общ.в}}{12 \cdot K_{в.р.}} = \frac{2008746}{12 \cdot 5} = 13950 \text{ руб}$$

в) Расчет фонда зарплаты ИТР, СКП и МОП

Оклады ИТР:

Начальник цеха – 15000 руб

Зам. начальника – 12000 руб

Энерго-механик – 10000 руб

Мастер(2 ед) – 9500 руб.

Инженер ПРБ – 8000 руб.

Средняя зарплата ИТР:

$$z_{ИТРср} = (15000 + 12000 + 10000 + 2 \cdot 9500 + 8000) / 5 = 10667 \text{ руб}$$

Оклады СКП и МОП

Нормировщик – 7500 руб.

Уборщица – 3500 руб.

ЗСКП = 7500 руб

ЗМОП = 3500 руб

Премия для служащих:

$$z_{служ.пр} = 30\% \text{ от оклада,} \quad (4.28)$$

Дополнительная зарплата для ИТР:

$$\text{ЗИТР}_{\text{доп}} = 15\% \text{ от оклада,} \quad (4.29)$$

Дополнительная зарплата для СКП и МОП:

$$\text{ЗСКП,МОП}_{\text{доп}} = 12\% \text{ от оклада,} \quad (4.30)$$

Районный коэффициент для служащих:

$$\text{Зслуж.р.к.} = 15\% (\text{оклад} + \text{Зпр.} + \text{Здоп}), \quad (4.31)$$

Среднемесячная зарплата для ИТР, СКП и МОП:

$$\text{Зср} = \text{Зокл} + \text{Зпр} + \text{Здоп} + \text{Зр.к.}, \quad (4.32)$$

ИТР:

$$\text{ЗИТР}_{\text{пр}} = 0,3 \cdot 10667 = 3200 \text{ руб}$$

$$\text{ЗИТР}_{\text{доп}} = 0,15 \cdot 10667 = 1600 \text{ руб}$$

$$\text{ЗИТР}_{\text{р.к.}} = 0,15 (10667 + 3200 + 1600) = 2320 \text{ руб}$$

$$\text{ЗИТР}_{\text{ср}} = 10667 + 3200 + 1600 + 2320 = 17787 \text{ руб}$$

$$\text{ЗИТР}_{\text{год}} = \text{Зср} \cdot 12 \cdot \text{КИТР} = 17787 \cdot 12 \cdot 6 = 1280664 \text{ руб}$$

СКП:

$$\text{ЗСКП}_{\text{пр}} = 0,3 \cdot 7500 = 2250 \text{ руб}$$

$$\text{ЗСКП}_{\text{доп}} = 0,12 \cdot 7500 = 900 \text{ руб}$$

$$\text{ЗСКП}_{\text{р.к.}} = 0,15 (7500 + 2250 + 900) = 1598 \text{ руб}$$

$$\text{ЗСКП}_{\text{ср}} = 7500 + 2250 + 900 + 1598 = 12248 \text{ руб}$$

$$\text{ЗСКП}_{\text{год}} = \text{ЗСКП}_{\text{ср}} \cdot 12 \cdot \text{КСКП} = 12248 \cdot 12 \cdot 1 = 146976 \text{ руб}$$

МОП:

$$\text{ЗМОП}_{\text{пр}} = 0,3 \cdot 3500 = 1050 \text{ руб}$$

$$\text{ЗМОПдоп} = 0,12 \cdot 3500 = 420 \text{ руб}$$

$$\text{ЗМОПр.к.} = 0,15 (3500+1050+420) = 746 \text{ руб}$$

$$\text{ЗМОПср} = 3500+1050+420+746 = 5716 \text{ руб}$$

$$\text{ЗМОПгод} = \text{ЗМОПср} \cdot 12 \cdot \text{КМОП} = 5716 \cdot 12 \cdot 1 = 68592 \text{ руб}$$

Таблица 12 - Сводная ведомость заработной платы работающих цеха
в рублях

Категория работающих	Кол-во	Основная з/п	Премия	Дополн. з/п	Район. коэф.	Общий фонд з/п	Среднемесяч. з/п
Основные рабочие	8	1455336	654901	160087	340549	12621873	30935
Вспомогательные рабочие	5	1196395	418738	131603	262010	2008746	13950
ИТР	3	10667	3200	1600	2320	1280664	17787
СКП	1	7500	2250	900	1598	146976	12248
МОП	1	3500	1050	420	746	68592	5716
ИТОГО:	18	2673398	1080139	294610	607223	16126851	23998

Среднемесячная зарплата на одного работающего:

$$z = \frac{\Phi_{\text{общ}}}{12 \cdot K_{\text{раб.общ}}}, \quad (4.33)$$

$$z = \frac{16126851}{12 \cdot 18} = 23998 \text{ руб.}$$

4.7 Электроэнергия и энергоносители

Годовой расход электроэнергии находят как сумму расходов электроэнергии по группам оборудования. Для каждого вида оборудования расход электроэнергии определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_y = k_c \cdot N \cdot T', \quad (4.6)$$

где k_c – коэффициент спроса, учитывающий полноту использования установленной мощности, называемый также коэффициентом использования или одновременности, $k_c = 0,25$.

Базовый вариант:

Для станка токарно-вертикальный п/а 1К282 : $\mathcal{E}_y = 0,25 \cdot 30 \cdot 86,57 = 648,5$ кВт;

Для станка вертикально-фрезерный 6Р12 : $\mathcal{E}_y = 0,25 \cdot 7,5 \cdot 38,09 = 87,19$ кВт;

Для станка агрегатно-сверлильный АМ7427: $\mathcal{E}_y = 0,25 \cdot 1,5 \cdot 41,55 = 15,74$ кВт;

Для станка агрегатно-сверлильный АМ7428: $\mathcal{E}_y = 0,25 \cdot 4 \cdot 53,83 = 53,83$ кВт;

Для станка вертикально-сверлильный 2135: $\mathcal{E}_y = 0,25 \cdot 4,5 \cdot 25,81 = 28,96$ кВт;

Для станка вертикально-сверлильный 2Н125: $\mathcal{E}_y = 0,25 \cdot 4 \cdot 29,91 = 29,91$ кВт;

Для станка вертикально-сверлильный 2Н135: $\mathcal{E}_y = 0,25 \cdot 4 \cdot 340,29 = 340,3$ кВт;

тогда сумма расходов электроэнергии для базового варианта:

$$\Sigma \mathcal{E}_{y1} = 1204,43 \text{ кВт.}$$

Проектный вариант:

Для токарного станка с ЧПУ Romi E-280: $\mathcal{E}_y = 0,25 \cdot 30 \cdot 69,25 = 519,42$ кВт;

тогда для проектного варианта:

$$\Sigma \mathcal{E}_{y2} = 519,42 \text{ кВт.}$$

4.8 Себестоимость и цена продукции

Затраты на годовой выпуск продукции:

- базовый вариант = 509973,33 руб;
- проектный вариант = 468245 руб.

4.9 Капитальные вложения

Капитальные вложения (инвестиции) в строительство и организацию работы цеха включают в себя:

$$K_n = K_{np} + K_{сопр} + K_{об}, \quad (4.7)$$

где K_{np} – прямые капитальные вложения в цех, руб.;

$K_{сопр}$ – сопряженные капитальные вложения в цех, руб.;

$K_{об}$ – минимально необходимые оборотные средства.

Для базового варианта:

$K_{np} = 496243$ руб.;

$K_{сопр} = 509973,33$ руб.;

$K_{об} = 10\% K_{np} = 49624,3$ руб.

$K_n = 496243 + 509973,33 + 49624,3 = 1055840,63$ руб.

Принимаем $K_n.баз = 1100000$ руб.

Для проектного варианта:

$K_{np} = 407617$ руб.;

$K_{сопр} = 468245$ руб.;

$K_{об} = 10\% K_{np} = 40761,7$ руб.

$K_n = 916623,7$ руб.

Принимаем $K_n.пр = 1000000$ руб.

4.10 Эффективность рассматриваемых вариантов технологического процесса

1. Чистый дисконтированный доход ($ЧДД > 0$)

$$ЧДД = \sum_{t=1}^T \Pi' \frac{1}{(1+0,15)^t} - K'_H = 4,77 \Pi' - K'_H, \quad (4.8)$$

где T – горизонт расчета (равный номеру шага расчета, на котором производится ликвидация объекта), $T = 10$;

E – норма дисконта, равная приемлемой для инвестора норме доходности на капитал, $E = 0,15$;

$K'_H = K_H$ – капитальные вложения;

Π' – прибыль за год и амортизация.

Для базового варианта:

$$\Pi'_{\text{баз}} = 237825 \text{ руб.};$$

$$\text{ЧДД}_{\text{баз}} = 4,77 \cdot 237825 - 1100000 = 34425,25 \text{ руб.}$$

Для проектного варианта:

$$\Pi'_{\text{пр}} = 239847 \text{ руб.};$$

$$\text{ЧДД}_{\text{пр}} = 4,77 \cdot 239847 - 1000000 = 144070 \text{ руб.}$$

2. Индекс доходности (ИД>1)

$$\text{ИД} = \frac{1}{K} \sum_{t=1}^9 \Pi' \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (4.9)$$

$$\text{ИД}_{\text{баз}} = \frac{1}{1100000} \sum_{t=1}^9 237825 \frac{1}{(1+0,15)^t} = 1,004,$$

$$\text{ИД}_{\text{пр}} = \frac{1}{1000000} \sum_{t=1}^9 239847 \frac{1}{(1+0,15)^t} = 1,006.$$

3. Внутренняя норма доходности

Внутренняя норма доходности (ВНД) представляет собой ту норму дисконта (Евн), при которой величина приведенных эффектов равна приведенным капиталовложениям.

Иными словами, Евн (ВНД) является решением уравнения:

$$\sum_{t=0}^T \frac{R_t - C_t^+}{(1+E_{\text{Вн}})^t} = \sum_{t=0}^T \frac{K_t}{(1+E_{\text{Вн}})^t}, \quad (4.10)$$

где C_t^+ – затраты на t-ом шаге при условии, что в них не входят капиталовложения.

$$\text{Евн.баз} = 14,2 \%,$$

$$\text{Евн.пр} = 18,7 \%.$$

4. Срок окупаемости

Срок окупаемости – минимальный временной интервал (от начала осуществления проекта), за пределами которого интегральный эффект становится и в дальнейшем остается неотрицательным. Иными словами, это период (измеряемый в месяцах, кварталах или годах), начиная с которого первоначальные вложения и другие затраты, связанные с инвестиционным проектом, покрываются суммарными результатами его осуществления.

В дипломном проекте определяются сроки окупаемости:

$$\sum_{t=0}^{T\hat{e}} \frac{R_t - C_t^+}{(1+E)^t} \geq \sum_{t=0}^{T\hat{e}} \frac{K_t}{(1+E)^t}, \quad (4.11)$$

Ток.баз = 6,1 лет,

Ток.пр = 4,9 лет.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

5.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 5.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Литье под давлением	Заготовительная операция	Кузнец-штамповщик	Форма для литья	Металл
2	Фрезерование	Универсально-фрезерная операция	Оператор станка с ЧПУ	Многоцелевой станок мод. МС-32	Металл, СОЖ
3	Сверление	Сверлильная операция	Оператор станка с ЧПУ	Многоцелевой станок мод. МС-32	Металл, СОЖ
4	Резьбонарезание	Резьбонарезная операция	Оператор станка с ЧПУ	Резьбонарезной станок мод. 5991	Металл, СОЖ

5.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 5.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и /или вредного производственного фактора
1	Заготовительная операция	Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте	Специальная машина
2	Агрегатная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; повышенная запыленность и	многоцелевой станок мод. МС-32

		загазованность воздуха рабочей зоны; повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте	
4	Резьбонарезные переходы агрегатной операции	движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; предвигающиеся изделия, заготовки; повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем	Специальный модуль агрегатного станка

		месте	
--	--	-------	--

5.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

В данном разделе необходимо подобрать и обосновать используемые организационно-технические методы и технические средства (способы, устройства) защиты, частичного снижения, или полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора.

Таблица 5.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Движущиеся машины и механизмы	Соблюдение правил безопасности выполнения работ	Каска защитная, очки защитные
2	Подвижные части производственного оборудования; передвижающиеся изделия, заготовки	Ограждение оборудования	Каска защитная, очки защитные
3	Повышенная запыленность и загазованность воздуха	Применение приточно-вытяжной	Респиратор

	рабочей зоны	вентиляции	
4	Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов	Ограждение оборудования	Краги для металлурга
5	Повышенный уровень шума на рабочем месте	Наладка оборудования	Беруши

5.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)

В данном разделе проводится идентификация потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара с разработкой технических средств и/или организационных методов по обеспечению (улучшению) пожарной безопасности технического объекта (производственно-технологического и инженерно-технического оборудования, произведенной продукции, используемых сырьевых материалов, а также должны быть указаны реализующиеся пожаробезопасные характеристики произведенных технических объектов в процессах их эксплуатации (хранения, конечной утилизации по завершению жизненного цикла).

7.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

Пожары классифицируются по виду горючего материала и подразделяются на следующие классы:

- 1) пожары, связанные с горением твердых горючих веществ и конструкционных материалов (А);
- 2) пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В);
- 3) пожары, связанные с воспламенением и горением газов (С);
- 4) пожары, связанные с воспламенением и горением металлов (D);

5) пожары, связанные с воспламенением и горением веществ и материалов электроустановок, находящихся под электрическим напряжением (E);

6) пожары радиоактивных веществ материалов и радиоактивных отходов (F).

К опасным факторам пожара, воздействующим на людей и материальное имущество, относятся:

- 1) пламя и искры;
- 2) тепловой поток;
- 3) повышенная температура окружающей среды;
- 4) повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;

- 5) пониженная концентрация кислорода;

- 6) снижение видимости в дыму (задымленных пространственных зонах).

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

- 1) образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, транспортных средств, энергетического оборудования, технологических установок, производственного и инженерно-технического оборудования, агрегатов и трубопроводных нефтегазо-амиакопроводов, произведенной и/или хранящейся продукции и материалов и иного имущества;

- 2) образующиеся радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных пожаром технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества, горящего технического объекта;

- 3) вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;

- 4) опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара;

5) термохимические воздействия используемых при пожаре огнетушащих веществ на предметы и людей.

По результатам выполненной идентификации опасных факторов пожара оформляется таблица 5.4.

Таблица 7.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Кузнечный участок	Ковочная машина	Пожары, связанные с воспламенением и горением металлов (D)	Пламя и искры; тепловой поток	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
2	Участок механический	Специальный агрегатный	Пожары, связанные с	Пламя и искры	Вынос (замыкание)

	ой обработки	станок (фрезерный, сверлильный , расточной модули)	воспламенени ем и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)		высокого электрическ ого напряжения на токопроводя щие части технологиче ских установок, оборудовани я, агрегатов, изделий и иного имущества
--	-----------------	--	--	--	--

5.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта (дипломного проекта)

Таблица 5.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Перви чные средст ва пожар отуше ния	Мобил ьные средст ва пожар отуше ния	Стаци онарн ые устано вки систем ы пожар отуше	Средст ва пожар ной автома тики	Пожар ное оборуд ование	Средства индивиду альной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизир ованный и немеханизи рованный)	Пожарн ые сигнали зация, связь и оповеще ние
--	--	--	--	----------------------------------	--	--	--

		ния					
Огнет ушите ли, внутр енние пожар ные краны , ящики с песко м	Пожар ные автомо били, пожар ные лестни цы	Обору довани е для пенног о пажар отуше ния	Прибо ры прием но- контро льные пожар ные, технич еские средст ва опове щения и управл ения эвакуа цией пожар ные	Напор ные пожар ные рукава , рукавн ые развет вления	Веревки пожарные , карабины пожарные , респирато ры, противога зы	Ломы, багры, топоры, лопаты, комплект диэлектрич еский	Автомат ические извещат ели

5.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

В данном разделе разрабатываются организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению возникновения пожара или опасных факторов способствующих возникновению пожара.

Таблица 5.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Многоцелевая операция, многоцелевой станок мод. МС-32	Контроль за правильной эксплуатацией оборудования, содержание в исправном состоянии оборудования, проведение инструктажа по пожарной опасности, применение автоматических устройств обнаружения, оповещения и тушения пожаров	Проведение противопожарных инструктажей, запрет на курение и применение открытого огня в недозволенных местах, соблюдение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре

5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

В данном разделе проводится идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при реализации технологического процесса. Разрабатываются конкретные технические и

организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду производимым данным техническим объектом в процессе его производства, технической эксплуатации и конечной утилизации по завершению его жизненного цикла.

5.1 По виду реализуемого производственно-технологического процесса, и осуществляемой функциональной эксплуатацией техническим объектом - необходимо провести идентификацию негативных экологических факторов, результаты которой отражены в таблице 7.7.

Таблица 5.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование	Структурные составляющие	Воздействия	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
технического объекта, технологического процесса	технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Фрезерование	Специальный агрегатный	Пыль стальная	Взвешенные вещества,	Основная часть отходов

	станок		нефтепродукты	хранится в металлических контейнерах емкостью 1,0 м ³
--	--------	--	---------------	--

5.5.2 Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта (дипломного проекта) согласно нормативных документов.

Таблица 5.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Фрезерование
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение «сухих» механических пылеуловителей
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Переход предприятия на замкнутый цикл водоснабжения
Мероприятия по снижению	Соблюдении правил хранения, периодичности вывоза отходов на захоронение

негативного антропогенного воздействия на литосферу	
--	--

5.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления кронштейна специального, перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия.

Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу изготовления кронштейна специального, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ.

Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, подобраны средства индивидуальной защиты для работников.

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности. Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте.

Идентифицированы экологические факторы и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Спроектированный технологический процесс позволяет изготавливать данную деталь годной, обеспечивая заданную конструктором точность. Применение режущего инструмента, оснащенного твердым сплавом, позволяет добиться высокой производительности, высокого качества обработанной поверхности; снизить себестоимость обработки.

В предложенной дипломной работе был проведен анализ технологичности детали-представителя «кронштейн промежуточной передачи». Также был проведен анализ действующего технологического процесса. Разработан технологический процесс. С целью повышения производительности были совмещены операции на одном станке. Рассчитаны режимы резания и нормы штучного времени. Был рассчитан и сконструирован режущий инструмент: фреза и зенкер. Было разработана и спроектирована координатно-измерительная машина. По предложенному технологическому процессу был спроектирован участок механической обработки деталей типа «кронштейн». Была разработана часть по безопасности жизнедеятельности и инженерной защите окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс.», 2007 – 256 с.

2 Ковшов, А. Н. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Н. Ковшов. - Изд. 2-е, испр. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2008. - 319 с.

3 Лебедев, В. А. Технология машиностроения : Проектирование технологий изготовления изделий : учеб. пособие для вузов / В. А. Лебедев, М. А. Тамаркин, Д. П. Гепта. - Гриф УМО. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. - 361 с.

4 Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 151001 напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. - 512 с.

5 Суслов, А. Г. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Г. Суслов. - 2-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Машиностроение, 2007. - 429 с.

6 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.

7 Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с.

8 Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782 с.

9 www.vniinstrument.ru

10 Панов, А.А. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А.Панов, В.В.Аникин, Н.Г. Байм и др.; под общ. ред. А.А. Панова. – М. : Машиностроение, 1988.

11 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 1. Основы технологии машиностроения / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина . - Изд. 3-е, стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 278 с.

12 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 295 с. : ил. - Библиогр.: с. 292-293.

13 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов / под ред. М. Ф. Пашкевича. - Минск : Новое знание, 2008. - 477 с.

14 Справочник технолога-машиностроителя. 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.

15 Справочник технолога-машиностроителя. 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.

16 Гузеев В. И., Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением : справочник / В. И. Гузеев, В. А. Батуев, И. В. Сурков ; под ред. В. И. Гузеева. - 2-е изд. - Москва : Машиностроение, 2007. - 364, [1] с.

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

18 Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов : справочник / под общ. ред. В. И. Баранчикова. - Москва : Машиностроение, 1990. - 399 с.

19 Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. Высш. шк. 2007 г.

20 Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.

21 Боровков, В.М. Заготовки в машиностроении : учеб. пособие для вузов по спец. 1201 "Технология машиностроения" / В. М. Боровков [и др.] ; ТГУ. - Гриф УМО; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2007. - 67 с. : ил. - 34-00.

22 Металлорежущие станки [Электронный ресурс] : учебник. В 2 т. Т. 1 / Т. М. Авраимова [и др.] ; под ред. В. В. Бушуева. - Москва : Машиностроение, 2011. - 608 с.

23 Металлорежущие станки [Электронный ресурс] : учебник. В 2 т. Т. 2 / В. В. Бушуев [и др.] ; под ред. В. В. Бушуева. - Москва : Машиностроение, 2011. - 586 с.

24 Блюменштейн В. Ю. Проектирование технологической оснастки : учеб. пособие для вузов / В. Ю. Блюменштейн, А. А. Клепцов. - Изд. 3-е, стер. ; гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 219 с.

25 Горохов В. А. Проектирование технологической оснастки : учеб. для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе, И. А. Коротков. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2010. - 431 с.

26 Ермолаев В.В. Технологическая оснастка. Лабораторно-практические работы и курсовое проектирование: учеб. пособ. – М.: Изд-во «Академия», 2012. – 320 с.

27 Зубарев, Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2015. - 309 с.

28 Тарабарин, О. И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении : учеб. пособие для вузов / О. И. Тарабарин, А. П. Абызов, В.

Б. Ступко. - Изд. 2-е, испр. и доп. ; гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 303 с.

29 Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 1 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 592 с.

30 Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 2 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 655 с.

31 Григорьев, С. Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ : [справочник] / С. Н. Григорьев, М. В. Кохомский, А. Р. Маслов ; под общ.ред. А. Р. Маслова. - Москва : Машиностроение, 2006. - 544 с.

32 Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога. / У Болтон – М : Издательский дом «Додэка-XXI», 2002 – 384 с.

33 Палей М. А. Допуски и посадки : справочник. В 2 ч. Ч. 1 / М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. - 8-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Политехника, 2001. - 576 с.

34 Палей М. А. Допуски и посадки : справочник. В 2 ч. Ч. 2 / М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. - 8-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Политехника, 2001. - 608 с.

35 Артамонов, Е.В. Проектирование и эксплуатация сборных инструментов с сменными твердосплавными пластинами [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.В. Артамонов, Т.Е. Помигалова, М.Х. Утешев. - Электрон.дан. - Тюмень :ТюмГНГУ (Тюменский государственный нефтегазовый университет), 2013.

36 Булавин, В.В. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. - Электрон. дан. - Пенза : ПензГТУ (Пензенский государственный технологический университет), 2009. — 100 с.

37 Кожевников, Д.В. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебник / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов [и др.]. - Электрон. дан. - М. : Машиностроение, 2014. — 520 с.

38 Кирсанова, Г.Н. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов: учебное пособие для вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» / Под общ. ред. Г.Н. Кирсанова. – М.: Машиностроение, 1986. – 386 с.

39 Резников Л. А. Проектирование сложнопрофильного режущего инструмента [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / Л. А. Резников ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 207 с. : ил. - Библиогр.: с. 202-203.

40 Романенко, А.М. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебное пособие. - Электрон. дан. - Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. - 103 с.

41 Шагун, В. И. Металлорежущие инструменты : учеб. пособие для студ. вузов / В. И. Шагун. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2008. - 423 с.

42 Справочник конструктора-инструментальщика / 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.

43 Вороненко, В.П. Проектирование машиностроительного производства : учеб. для вузов / В. П. Вороненко, Ю. М. Соломенцев, А. Г. Схиртладзе. - 3-е изд., стер. ; Гриф МО. - Москва : Дрофа, 2007. - 380 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 378-380.

44 Козлов, А. А. Проектирование механических цехов [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / А. А. Козлов ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 47 с.

45 Зубкова, Н.В. Методические указания по экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей / Н.В. Зубкова – Тольятти : ТГУ, 2005.

46 Бычков, В.Я. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие. [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Я. Бычков, А.А. Павлов, Т.И. Чибисова. - Электрон. дан. - М. : МИСИС, 2009. - 146 с.

47 Горина, Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. / Л. Н. Горина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 33 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Формат		Зона	№з.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание				
Лист					Документация						
				A1	16.ДПОТМП624.51000.СБ	Сборочный чертеж					
Свод. №					Детали						
				1	16.ДПОТМП624.51001	Корпус Сталь 45 ГОСТ 1050-88	1	HRC 40.45			
				2	16.ДПОТМП624.51002	Винт Сталь 45 ГОСТ 1050-88	3				
				3	16.ДПОТМП624.51003	Кольцо Сталь 65Г	3	HRC 38.42			
				4	16.ДПОТМП624.51004	Пластина опорная ВК15 ГОСТ 3882-74	3	HRC 40.45			
				5	16.ДПОТМП624.51005	Пластина режущая ВК8 ГОСТ 26530-85	3				
				6	16.ДПОТМП624.51006	Рычаг Сталь 45 ГОСТ 1050-88	3	HRC 40.45			
Листы и детали				7	16.ДПОТМП624.5107	Ключ ГОСТ 11737-74	1				
Листы и детали				16.ДПОТМП624.51000							
				Изм. Лист	№ док.им.	Подп.	Дата				
Листы и детали				Зенкер сборный			Лит.	Лист	Листов		
							Д	1	1		
Листы и детали							ТТУ зр. ТМз-1001				
Изм. №											
Разработ.		Смирнов									
Проб.		Бабровский									
Н.контр.		Витколов									
Утв.		Бабровский									
				Копировал				Формат А4			

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			16.ДП.ОТМП.624.52.000.СБ	Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>						
		1	16.ДП.ОТМП.624.52.001	Плита	1	
		2	16.ДП.ОТМП.624.52.002	Основание	1	
		3	16.ДП.ОТМП.624.52.003	Корпус	1	
		4	16.ДП.ОТМП.624.52.004	Кожух	1	
		5	16.ДП.ОТМП.624.52.005	Призма неподвижная	1	
		6	16.ДП.ОТМП.624.52.006	Призма подвижная	1	
		7	16.ДП.ОТМП.624.52.007	Кронштейн	1	
		8	16.ДП.ОТМП.624.52.008	Уголок	1	
		9	16.ДП.ОТМП.624.52.000	Призма	1	
		10	16.ДП.ОТМП.624.52.010	Рукоятка	1	
		11	16.ДП.ОТМП.624.52.011	Индикатор	1	
		12	16.ДП.ОТМП.624.52.012	Стойка индикаторная	1	
		13	16.ДП.ОТМП.624.52.013	Индикатор	1	
		14	16.ДП.ОТМП.624.52.014	Ножки	4	
16.ДП.ОТМП.624.52.000						
Изм. Лист		№ док-м.	Подп.	Дата		
Разраб. Смирнов						
Проб. Бобровский						
Н.контр. Виткалов						
Утв. Бобровский						
Приспособление контрольное					Лит.	Лист
					Д	1
					ТГУ, гр. ТМз-1001	

Копировать

Формат А4

Формат Дата Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
		Документация		
12	16.ДП.ОТМП.624.51.000.СБ	Сборочный чертеж		
		Детали		
1	16.ДП.ОТМП.624.51.001	Оправка расточная	1	
2	16.ДП.ОТМП.624.51.002	Головка расточная фланцевая	1	
3	16.ДП.ОТМП.624.51.003	Стружколом	1	
4	16.ДП.ОТМП.624.51.004	Пластина	1	
5	16.ДП.ОТМП.624.51.005	Вставка	1	
6	16.ДП.ОТМП.624.51.006	Пластина	1	
7	16.ДП.ОТМП.624.51.007	Стружколом	1	
8	16.ДП.ОТМП.624.51.008	Вставка	1	
9	16.ДП.ОТМП.624.51.009	Оправка расточная	1	
10	16.ДП.ОТМП.624.51.010	Головка расточная	1	
16.ДП.ОТМП.624.51.000				
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата
Разраб.	Смирнов			
Пров.	Бабравацкий			
Н.контр.	Виткалов			
Утв.	Бабравацкий			
Головка расточная станка алмазно-расточный мод. 2706			Лит.	Лист
			1	1
			ТГУ, зр. ТМз-1001	

2 X

Копировал

Формат А4

Р15М-3С.101-01																			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа													
						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Клт.	Тпс	Тшт.			
Б	Код, наименование, обозначения					Обозначение, код					ЕН	ОП	Клт.	Тпс	Тшт.				
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала																		
					Операция 035 Агрегатная														
					Зенкеровать отверстие диаметром 3														
					Токарный станок Romi E-280														
					Операция 040 Агрегатная														
					Расточить отверстие 35 до $\varnothing 35^{+0,027}_{-0,010}$														
					Токарный станок Romi E-280														
					Операция 045 Агрегатная														
					Снять внутреннюю фаску														
					Токарный станок Romi E-280														
					Операция 050 Агрегатная														
					Сверлить 4 отверстия под резьбу														
					Токарный станок Romi E-280														
					Операция 055 Агрегатная														
					Маршрутная карта														
МК																			