

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Технология машиностроения
(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления стержня пресс-формы

Обучающийся	<u>В.Е. Путинцев</u> (Инициалы Фамилия)	<u></u> (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент Д.Ю. Воронов</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	
Консультант(ы)	<u>А.Н. Кирюшкина</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	
	<u>М.А. Кривова</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	

Тольятти 2025

Аннотация

Технологический процесс изготовления стержня пресс-формы. Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2025.

В бакалаврской работе представлена технология изготовления стержня пресс-формы для условий среднесерийного производства.

Ключевые слова: деталь, заготовка, маршрут обработки, план обработки, технологическое оснащение, режимы обработки, приспособление, инструмент, безопасность и экологичность проекта, экономическая эффективность.

В выпускной квалификационной работе:

- определен наиболее дешевый метод для получения заготовки для данной детали, путем перебора нескольких возможных методов и на этой основе обоснован выбор оптимального способа;
- определен наиболее дешевый маршрут для получения детали, путем перебора нескольких возможных маршрутов и на этой основе обоснован выбор оптимального маршрута;
- определен выбор наиболее дешевого оборудования для получения детали;
- определен выбор дешевой оснастки для получения детали, путем перебора нескольких возможных вариантов оснастки;
- определен выбор наиболее дешевого инструмента для получения детали;
- определен выбор наиболее дешевых средств контроля для получения детали;
- определен выбор наиболее дешевых средств обеспечения безопасности процесса для получения детали.

Бакалаврская работа содержит пояснительную записку в размере 60 страниц, содержащую 7 таблиц, 4 рисунка, и графическую часть, содержащую 6,5 листов.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Служебное назначение детали.....	6
1.2 Классификация поверхностей детали.....	8
1.3 Технологичность детали.....	8
1.4 Задачи работы.....	9
2 Разработка технологической части работы.....	10
2.1 Выбор типа производства и его стратегии.....	10
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	11
2.3 Разработка ТП изготовления детали.....	11
2.4 Выбор СТО.....	27
2.5 Разработка технологических операций.....	29
3 Расчет и проектирование оснастки.....	33
3.1 Расчет и проектирование приспособления.....	33
3.2 Проектирование инструмента.....	36
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	39
5 Экономическая эффективность работы.....	43
Заключение.....	48
Список используемых источников.....	49
Приложение А Маршрутная карта.....	52
Приложение Б Операционные карты.....	54
Приложение В Спецификация.....	60

Введение

«Важнейшая задача машиностроения состоит в создании конкурентоспособных машин, отвечающих потребностям национального хозяйства, дающих наибольший экономический эффект и обладающих наиболее высокими технико-экономическими и эксплуатационными показателями.» [25]

«Основными показателями являются высокая производительность, экономичность, прочность, надежность, малые масса и металлоемкость, габариты, энергоемкость, объем и стоимость работ, расходы на оплату труда операторов, высокий технический ресурс и степень автоматизации, простота и безопасность обслуживания, удобство управления, сборки и разборки.» [21]

«Исходными данными для проектирования могут быть:

- техническое задание, определяющее параметры машины, область и условия ее применения;
- техническое предложение, выдвигаемое в инициативном порядке проектной организацией;
- научно исследовательская работа или созданный на ее основе экспериментальный образец;
- изобретательское предложение или созданный на его основе экспериментальный образец.» [24]

«Особенно важно изучение исходных материалов при разработке новой конструкции. Основная задача заключается в правильном выборе параметров машины. Частные конструктивные ошибки исправимы в процессе изготовления и доводки машины. Ошибки же в параметрах и в основном замысле машины не поддаются исправлению и нередко ведут к провалу конструкции. На этом этапе не следует щадить времени на изыскания. [18]

Первостепенную роль в конструировании играет экономический фактор. В частности конструкции не должны заслонять основной цели конструирования – увеличения экономического эффекта.» [11]

«Экономический эффект определяется полезной отдачей машины и суммой эксплуатационных расходов за весь срок работы машины. Экономически направленное конструирование должно учитывать весь комплекс факторов, определяющих экономичность машины, и правильно оценивать относительное значение этих факторов.» [2]

«Основными факторами, определяющими экономичность машины, являются полезная отдача машины, расходы на оплату труда операторов, потребление энергии и стоимость ремонтов.» [17]

«В данной бакалаврской работе мы попытаемся с учетом основных факторов конструирования решить основные задачи и проблемы, возникающие при производстве детали – стержня пресс-формы. Разрабатывая технологический процесс, мы будем стремиться к всемерному увеличению рентабельности, повышению экономического эффекта за весь период службы детали путем оптимизации конструкции детали, конструкции и способа изготовления заготовки, технологического процесса в целом.» [25].

«Главными факторами, влияющими на повышение экономического эффекта, являются долговечность и надежность детали. Долговечность машины есть общее время, которое машина может отработать на номинальном режиме в условиях нормальной эксплуатации без существенного снижения основных расчетных параметров, при экономически приемлемой суммарной стоимости ремонтов. Надежность машины складывается из следующих признаков: высокая долговечность, безотказность действия, безаварийность, стабильность действия, малый объем операций обслуживания и ухода, простота обслуживания, малый объем ремонтных работ.» [25]

1 Анализ исходных данных

1.1 Служебное назначение детали

Стержень служит для оформления внутренней полости отливки. После доработки отливки получается деталь под названием “Тормозной барабан”, которая идёт на сборку автомобиля ВАЗ-2108.

Ознакомимся с его конструктивными особенностями на рисунке 1 ниже.

«Материал заготовки, используемый для производства стержня: сталь 4Х5МФС. Данная сталь имеет следующие основные свойства:

- Термообработка: Закалка 930 - 940°C, масло, Отпуск 660°C, 5ч, Охлаждение воздух;
- Твердость материала: $HV_{10}^{-1} = 229 \text{ МПа}$;
- Удельный вес: 7710 кг/м³;
- Температураковки, °C: начала 1240, конца 800. До 50 мм охлаждение в штабелях на воздухе, 51-100 мм в ящиках;
- Температура критических точек: $A_{c1} = 800$, $A_{c3}(A_{cm}) = 940$, $A_{r1} = 730$;
- Свариваемость материала: не применяется для сварных конструкций.
- Флокеночувствительность: чувствительна.
- Склонность к отпускной хрупкости: не склонна.
- Обрабатываемость резанием: в закаленном и отпущенном состоянии при $HV_{10} 240-270$ и $\sigma_B=780 \text{ МПа}$, $K_{у\text{ тв. спл}}=0,75$ и $K_{у\text{ б.ст}}=0,55$.» [26]

В состав данного материала входят следующие химические элементы: марганец (Mn) 0,3 - 0,6 %, углерод (C) с содержанием от 0,035 до 0,420%, кремний (Si) 0,2 – 0,45%, фосфор (P) имеет содержание в пределах от 0,015 до 0,025, сера (S) находится в диапазоне от 0,022–0,025%, хром и алюминий около 1%.

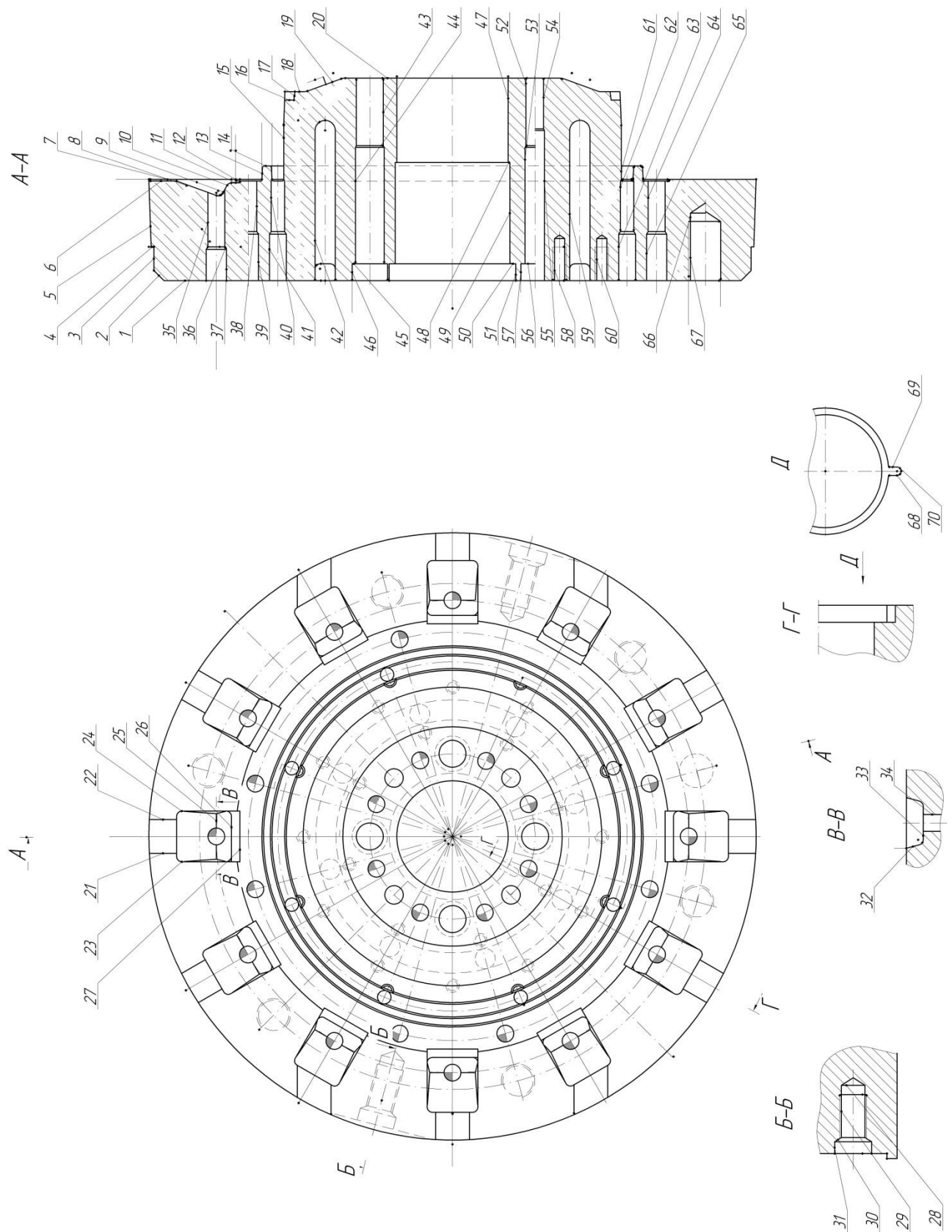


Рисунок 1 – Общий вид детали - «Стержень»

1.2 Классификация поверхностей детали

Имея при себе эту конструкторскую документацию, рисунок 1, нам необходимо произвести небольшой анализ поверхностей данного типа стержня и определить назначение каждой поверхности.

Исполнительные поверхности стержня можно назвать поверхности под номерами 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20.

Основная конструкторская база (ОКБ) – это поверхности 1, 4, 7, которые определяют положение всей детали.

Вспомогательная конструкторская база (ВКБ) – это относится к поверхностям под номером 2, 3, 4, 5. Эти поверхности нужны для определения положения присоединяемого к стержню изделия в сборке.

Технологическая база – к ней можно отнести поверхности 1, 5, 47. Они служат для определения положения стержня во время его обработки.

Остальные поверхности – свободные.

1.3 Технологичность детали

Количественные показатели технологичности данной детали показаны ниже в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели технологичности детали

Показатель	Расчетная формула	Расчет
Коэффициент использования материала	$K_{и.м.} = M_d / M_z$	$K_{и.м.} = 0,54 / 0,71 = 0,76$
Коэффициент унификации	$K_{у.э.} = Q_{у.э.} / Q_z$	$K_{у.э.} = 12 / 14 = 0,85$
Коэффициент точности	$K_{тч} = 1 - 1 / T_{ср}$	$K_{тч} = 1 - (1 / 7,1) = 0,86$
Коэффициент шероховатости	$K_{ш} = 1 / Ш_{ср}$	$K_{ш} = 1 - 1 / 1,2 = 0,83$

Вывод: деталь - «Стержень», обладает высокой степенью технологичности, то есть, является технологичной.

1.4 Задачи работы

Данная работа заключается в создании и разработке технологического процесса изготовления детали, а именно стержня.

В настоящей выпускной работе будут рассмотрены следующие этапы проектирования и разработки, а также решены соответствующие задачи.

Первый этап – это анализ исходных данных. Здесь необходимо ознакомиться с конструктивными особенностями стержня. Понять, как он устроен, и какие есть особенности его изготовления.

Второй этап – это технологическая часть работы. На этом этапе важно правильно разработать технологический процесс изготовления стержня.

Третий этап – проектирование станочного приспособления. Здесь нужно произвести расчёт зажимного приспособления, которое используется для захвата стержня при его обработке.

Четвёртый этап – это проектирование режущего инструмента. На данном этапе нужно будет спроектировать инструмент, который используется на определённом этапе механической обработки.

Пятый этап – это литературные исследования. Здесь важно понять и разобраться, какие есть возможности по улучшению качества обработки детали.

Шестой этап – безопасность и экологичность технического объекта. Здесь необходимо ознакомиться с планировкой производственной линии.

Седьмой этап – экономическая эффективность работы.

Далее идут заключение, список используемой литературы и приложения.

2 Разработка технологической части работы

2.1 Выбор типа производства и его стратегии

«Масса и объем выпуска изделия являются главными показателями для определения типа производства. Данный тип определим, по методике [12]. Согласно задания - программа составляет 5000 шт./год., а согласно чертежа детали – масса составляет 65 кг. Применяя методику [12] тип производства определяем, как среднесерийный.

Показатели стратегии среднесерийного производства представлены ниже в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели стратегии производства

Показатель производства	Характеристика показателя с точки зрения стратегии производства
Разновидность оборудования	универсальная
Технологическая документация	в виде операционных и маршрутных технологических карт
Разновидность оснастки	универсальная
Расстановка в цехе оборудования	по группам станков
Нормирование ТП	по общемашиностроительным нормативам
Метод изготовления заготовки	прокат, поковка
Использование достижений науки	не высокое
Метод определения припуска	по таблицам
Квалификация наладчиков	высокая
Квалификация рабочих	высокая
Определение режимов резания	по статистическим и эмпирическим зависимостям
Уровень автоматизации	низкий
Транспортировка деталей между операциями	вручную, электрокар, кран-балка
Форма организации ТП	предметные партии не большого объема
Коэффициент концентрации операций	10-20» [20]

2.2 Выбор метода получения заготовки

Стоимость заготовки определим по методике [4], расчет стоимости для удобства представим в виде таблицы 3.

Таблица 3 – Определение стоимости заготовки

«Метод получения заготовки» [5]	«Масса детали, кг» [4]	«Масса заготовки, кг» [3]	«Стоимость одного килограмма заготовки, руб.» [6]	«Стоимость механической обработки, руб.» [4]	«Стоимость одного килограмма отходов, руб.» [4]	«Технологическая себестоимость изготовления заготовки, руб.» [23]
штамповка	65	73	150	3250	1,4	14200
прокат	65	125	100	8200	1,4	20700

Получение заготовки осуществляется штамповкой.

2.3 Разработка ТП изготовления детали

На этом этапе нам необходимо проанализировать, по какому маршруту будут обрабатываться каждая из поверхностей стержня. . [16], [9], [8].

Для цилиндрической поверхности 1 ($R_{a2,5/IT9}$) – это операции, связанные с сверлением центровых отверстий. Обязательной термической обработкой. Окончательным шлифованием центровых отверстий. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 1 - ($R_{a2,5/IT9}$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции технологической базы.

Для плоской поверхности 2 ($R_{a12,5/IT12}$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 2 - ($R_{a12,5/IT12}$). Таким

образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для цилиндрической поверхности 3 ($R_{a1,25/IT6}$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой, чистовой токарной обработкой, черновой шлифовальной обработкой. Обязательной термической обработкой. Окончательным чистовым шлифованием. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 3 - ($R_{a1,25/IT6}$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции основной базы.

Для плоской поверхности 4 ($R_{a2,5/IT7}$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой, чистовой токарной обработкой, черновой шлифовальной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 4 - ($R_{a2,5/IT7}$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции вспомогательной базы.

Для цилиндрической поверхности 5 ($R_{a12,5/IT12}$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 5 - ($R_{a12,5/IT12}$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для плоской поверхности 6 ($R_{a12,5/IT12}$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 6 - ($R_{a12,5/IT12}$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для цилиндрической поверхности 7 ($R_{a12,5/IT12}$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической

обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 7 - ($R_{a12,5}/IT12$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для плоской поверхности 8 ($R_{a2,5}/IT7$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой, чистовой токарной обработкой, черновой шлифовальной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 8 - ($R_{a2,5}/IT7$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции вспомогательной базы.

Для цилиндрической поверхности 9 ($R_{a1,25}/IT6$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой, чистовой токарной обработкой, черновой шлифовальной обработкой. Обязательной термической обработкой. Окончательным чистовым шлифованием. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 9 - ($R_{a1,25}/IT6$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции основной базы.

Для плоской поверхности 10 ($R_{a12,5}/IT12$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 10 - ($R_{a12,5}/IT12$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для плоской поверхности 11 ($R_{a6,3}/IT9$) – это операции, связанные с фрезерованием паза. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 11 - ($R_{a6,3}/IT9$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для плоской поверхности 12 ($R_{a6,3/IT9}$) – это операции, связанные с фрезерованием паза. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 12 - ($R_{a6,3/IT9}$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для плоской поверхности 13 ($R_{a12,5/IT12}$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 13 - ($R_{a12,5/IT12}$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для цилиндрической поверхности 14 ($R_{a1,25/IT6}$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой, чистовой токарной обработкой, черновой шлифовальной обработкой. Обязательной термической обработкой. Окончательным чистовым шлифованием. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 14 - ($R_{a1,25/IT6}$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции основной базы.

Для плоской поверхности 15 ($R_{a2,5/IT7}$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой, чистовой токарной обработкой, черновой шлифовальной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 15 - ($R_{a2,5/IT7}$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции вспомогательной базы.

Для цилиндрической поверхности 16 ($R_{a12,5/IT12}$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 16 - ($R_{a12,5/IT12}$).

Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для плоской поверхности 17 ($R_{a12,5}/IT12$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 17 - ($R_{a12,5}/IT12$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для цилиндрической поверхности 18 ($R_{a12,5}/IT12$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 18 - ($R_{a12,5}/IT12$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для плоской поверхности 19 ($R_{a2,5}/IT7$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой, чистовой токарной обработкой, черновой шлифовальной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 16 - ($R_{a2,5}/IT7$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции вспомогательной базы.

Для цилиндрической поверхности 20 ($R_{a1,25}/IT6$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой, чистовой токарной обработкой, черновой шлифовальной обработкой. Обязательной термической обработкой. Окончательным чистовым шлифованием. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 20 - ($R_{a1,25}/IT6$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции основной базы.

Для плоской поверхности 21 ($R_{a12,5}/IT12$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой.

Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 21 - ($R_{a12,5}/IT12$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для плоской поверхности 22 ($R_{a12,5}/IT12$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 22 - ($R_{a12,5}/IT12$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для цилиндрической поверхности 23 ($R_{a1,25}/IT6$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой, чистовой токарной обработкой, черновой шлифовальной обработкой. Обязательной термической обработкой. Окончательным чистовым шлифованием. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 23 - ($R_{a1,25}/IT6$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции основной базы.

Для плоской поверхности 24 ($R_{a2,5}/IT7$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой, чистовой токарной обработкой, черновой шлифовальной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 24 - ($R_{a2,5}/IT7$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции вспомогательной базы.

Для цилиндрической поверхности 25 ($R_{a12,5}/IT12$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 25 - ($R_{a12,5}/IT12$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для плоской поверхности 26 ($R_{a12,5}/IT12$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 26 - ($R_{a12,5}/IT12$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для цилиндрической поверхности 27 ($R_{a12,5}/IT12$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 27 - ($R_{a12,5}/IT12$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для плоской поверхности 28 ($R_{a2,5}/IT7$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой, чистовой токарной обработкой, черновой шлифовальной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 28 - ($R_{a2,5}/IT7$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции вспомогательной базы.

Для цилиндрической поверхности 29 ($R_{a1,25}/IT6$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой, чистовой токарной обработкой, черновой шлифовальной обработкой. Обязательной термической обработкой. Окончательным чистовым шлифованием. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 29 - ($R_{a1,25}/IT6$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции основной базы.

Для плоской поверхности 30 ($R_{a12,5}/IT12$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 30 - ($R_{a12,5}/IT12$). Таким

образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для плоской поверхности 31 ($R_{a6,3}/IT9$) – это операции, связанные с фрезерованием паза. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 31 - ($R_{a6,3}/IT9$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для плоской поверхности 32 ($R_{a6,3}/IT9$) – это операции, связанные с фрезерованием паза. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 33 - ($R_{a6,3}/IT9$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для цилиндрической поверхности 34 ($R_{a2,5}/IT9$) – это операции, связанные с сверлением центровых отверстий. Обязательной термической обработкой. Окончательным шлифованием центровых отверстий. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 34 - ($R_{a2,5}/IT9$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции технологической базы.

Для цилиндрической поверхности 35 ($R_{a2,5}/IT9$) – это операции, связанные с сверлением центровых отверстий. Обязательной термической обработкой. Окончательным шлифованием центровых отверстий. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 35 - ($R_{a2,5}/IT9$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции технологической базы.

Для плоской поверхности 36 ($R_{a12,5}/IT12$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой.

Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 35 - ($R_a12,5/IT12$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для цилиндрической поверхности 37 ($R_a1,25/IT6$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой, чистовой токарной обработкой, черновой шлифовальной обработкой. Обязательной термической обработкой. Окончательным чистовым шлифованием. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 37 - ($R_a1,25/IT6$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции основной базы.

Для плоской поверхности 38 ($R_a2,5/IT7$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой, чистовой токарной обработкой, черновой шлифовальной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 38 - ($R_a2,5/IT7$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции вспомогательной базы.

Для цилиндрической поверхности 39 ($R_a12,5/IT12$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 39 - ($R_a12,5/IT12$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для плоской поверхности 40 ($R_a12,5/IT12$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 40 - ($R_a12,5/IT12$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для цилиндрической поверхности 41 ($R_{a12,5}/IT12$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 41 - ($R_{a12,5}/IT12$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для плоской поверхности 42 ($R_{a2,5}/IT7$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой, чистовой токарной обработкой, черновой шлифовальной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 42 - ($R_{a2,5}/IT7$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции вспомогательной базы.

Для цилиндрической поверхности 43 ($R_{a1,25}/IT6$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой, чистовой токарной обработкой, черновой шлифовальной обработкой. Обязательной термической обработкой. Окончательным чистовым шлифованием. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 43 - ($R_{a1,25}/IT6$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции основной базы.

Для плоской поверхности 44 ($R_{a12,5}/IT12$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 44 - ($R_{a12,5}/IT12$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для плоской поверхности 45 ($R_{a6,3}/IT9$) – это операции, связанные с фрезерованием паза. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 45 - ($R_{a6,3}/IT9$). Таким образом, данная

поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для плоской поверхности 46 ($R_a6,3/IT9$) – это операции, связанные с фрезерованием паза. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 46 - ($R_a6,3/IT9$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для плоской поверхности 47 ($R_a12,5/IT12$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 47 - ($R_a12,5/IT12$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для цилиндрической поверхности 48 ($R_a1,25/IT6$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой, чистовой токарной обработкой, черновой шлифовальной обработкой. Обязательной термической обработкой. Окончательным чистовым шлифованием. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 48 - ($R_a1,25/IT6$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции основной базы.

Для плоской поверхности 49 ($R_a2,5/IT7$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой, чистовой токарной обработкой, черновой шлифовальной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 49 - ($R_a2,5/IT7$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции вспомогательной базы.

Для цилиндрической поверхности 50 ($R_a12,5/IT12$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической

обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 50 - ($R_{a12,5}/IT12$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для плоской поверхности 51 ($R_{a12,5}/IT12$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 51 - ($R_{a12,5}/IT12$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для цилиндрической поверхности 52 ($R_{a12,5}/IT12$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 52 - ($R_{a12,5}/IT12$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для плоской поверхности 53 ($R_{a2,5}/IT7$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой, чистовой токарной обработкой, черновой шлифовальной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 53 - ($R_{a2,5}/IT7$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции вспомогательной базы.

Для цилиндрической поверхности 54 ($R_{a1,25}/IT6$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой, чистовой токарной обработкой, черновой шлифовальной обработкой. Обязательной термической обработкой. Окончательным чистовым шлифованием. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 54 - ($R_{a1,25}/IT6$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции основной базы.

Для плоской поверхности 55 ($R_{a12,5}/IT12$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 55 - ($R_{a12,5}/IT12$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для плоской поверхности 56 ($R_{a12,5}/IT12$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 56 - ($R_{a12,5}/IT12$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для цилиндрической поверхности 57 ($R_{a12,5}/IT12$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 57 - ($R_{a12,5}/IT12$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для плоской поверхности 58 ($R_{a2,5}/IT7$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой, чистовой токарной обработкой, черновой шлифовальной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 58 - ($R_{a2,5}/IT7$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции вспомогательной базы.

Для цилиндрической поверхности 59 ($R_{a1,25}/IT6$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой, чистовой токарной обработкой, черновой шлифовальной обработкой. Обязательной термической обработкой. Окончательным чистовым шлифованием. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности

параметры поверхности 59 - ($R_{a1,25/IT6}$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции основной базы.

Для плоской поверхности 60 ($R_{a12,5/IT12}$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 60 - ($R_{a12,5/IT12}$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для плоской поверхности 61 ($R_{a6,3/IT9}$) – это операции, связанные с фрезерованием паза. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 61 - ($R_{a6,3/IT9}$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для плоской поверхности 62 ($R_{a6,3/IT9}$) – это операции, связанные с фрезерованием паза. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 62 - ($R_{a6,3/IT9}$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для плоской поверхности 63 ($R_{a12,5/IT12}$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 63 - ($R_{a12,5/IT12}$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для цилиндрической поверхности 64 ($R_{a1,25/IT6}$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой, чистовой токарной обработкой, черновой шлифовальной обработкой. Обязательной термической обработкой. Окончательным чистовым шлифованием. Моечной и контрольной

операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 64 - ($R_{a1,25/IT6}$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции основной базы.

Для плоской поверхности 65 ($R_{a2,5/IT7}$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой, чистовой токарной обработкой, черновой шлифовальной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 65 - ($R_{a2,5/IT7}$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции вспомогательной базы.

Для цилиндрической поверхности 66 ($R_{a12,5/IT12}$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 66 - ($R_{a12,5/IT12}$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для плоской поверхности 67 ($R_{a12,5/IT12}$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 67 - ($R_{a12,5/IT12}$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для цилиндрической поверхности 68 ($R_{a12,5/IT12}$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 68 - ($R_{a12,5/IT12}$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для плоской поверхности 69 ($R_{a2,5/IT7}$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой, чистовой токарной обработкой, черновой

шлифовальной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 69 - ($R_a2,5/IT7$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции вспомогательной базы.

Для цилиндрической поверхности 70 ($R_a1,25/IT6$) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой, чистовой токарной обработкой, черновой шлифовальной обработкой. Обязательной термической обработкой. Окончательным чистовым шлифованием. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 70 - ($R_a1,25/IT6$). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции основной базы.

При выборе маршрута обработки детали необходимо руководствоваться следующими соображениями:

1.Стоимость обработки по данному маршруту нужно стараться сделать минимальной.

2.Количество оборудования также нужно минимизировать по возможности

Сведем полученные данные в таблицу 4. [14], [22], [27]

Таблица 4 – Технологический процесс

Номер операции	Название операции	Номер поверхности	ЛТ	$R_a, \mu\text{мкм}$	Модель станка
05	Горизонтально-расточная	1, 2	14	10	2620В
10	Токарная черновая	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	12	6,3	16К20Ф3
20	Токарная чистовая	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16	10	2,5	16К20Ф3
30	Круглошлифовальная	7, 15	8	1,25	С15U
35	Внутришлифовальная	6	8	1,25	3А227П
40	Плоскошлифовальная	8	8	1,25	3Д722
45	Фрезерно-расточная с ЧПУ	-	8	1,25	С-40U

Таким образом, стержень – это тело вращения. Особенность его геометрии требует определённых нюансов в механической обработке. Однако есть несколько рекомендаций, которые стоит учитывать при проектировании вала.

Необходимо придерживаться принципа постоянства базирования. Этот принцип очень полезен, так как обеспечивается более высокая точность обработки изделия и минимальные погрешности. Проводить тщательный контроль всех размеров после каждой операции на обработку. Это поможет предотвратить брак на дальнейших этапах.

Придерживаться принципа совмещения базирования. То есть добиваться совмещения измерительных и технологических баз. Так как тип производства вала – среднесерийный, то это не предполагает применение специализированных инструментов. Тогда в случае проектирования вала можно применять режущие инструменты универсальные, так как они могут обрабатывать не одну, а несколько различных изделий, что существенно сокращает номенклатуру инструментов и облегчает труд рабочему персоналу.

Более подробно технология изготовления детали представлена в графической части в виде плана обработки.

2.4 Выбор СТО

Для горизонтально-расточной операции № 05 выберем горизонтально-расточной станок модели 2620В [15]. Станок предназначен для обработки отверстий со средней степенью точности.

Для токарных операций № 10, 20 выберем токарный станок модели 16К20Ф3 [15]. Станок предназначен для обработки цилиндрических деталей.

Для фрезерной операции № 15 выберем фрезерный станок модели 654 [15]. Станок предназначен для предварительной обработки крупногабаритных деталей.

Для круглошлифовальной операции № 30 выберем круглошлифовальный станок модели С15U. Станок предназначен для шлифовки наружных цилиндрических поверхностей.

Для внутришлифовальной операции № 25 выберем внутришлифовальный станок модели 3А227П [15]. Станок предназначен для шлифования внутренних диаметров цилиндрических деталей диаметром до 200 мм.

Для плоскошлифовальной операции № 40 будем использовать плоскошлифовальный станок модели 3Д722 [15]. Станок предназначен для шлифовки плоских поверхностей различных размеров.

Для операций фрезерно-расточной с ЧПУ № 45 выберем обрабатывающий центр модели С-40U «HERMLE». Этот станок предназначен для обработки поверхностей различного вида с высокой степенью точности.

Для горизонтально-расточной операций № 05 выберем тиски универсальные ГОСТ 25695-80.

Для токарных операций № 10, 20 выберем патрон трехкулачковый самоцентрирующий ГОСТ 16157-70.

Для круглошлифовальной операции № 30 выбираем патрон трехкулачковый самоцентрирующий ГОСТ 16157-70

Для внутришлифовальной операции № 35 выбираем патрон трехкулачковый самоцентрирующий ГОСТ 16157-70.

Для плоскошлифовальной операции №40 будем использовать магнитную плиту 7208-0011.

Для операции фрезерно-расточной с ЧПУ №45 будем использовать специальное установочное приспособление.

На 05-ой горизонтально-расточной операции на станке 2620В будем использовать фрезу торцевую Ø63 ГОСТ 22085-76 и сверло Ø21 ГОСТ 10902-77.

На 10, 20 токарных операциях на станке 16K20Ф3 будем использовать 4 проходных резца, 1 расточной, 2 сверла.

На 30-ой круглошлифовальной операции на станке С15U будем использовать шлифовальный круг ПП 500х40х150 25А25С26К2 ГОСТ 2424-83.

На 35-ой внутришлифовальной операции на станке 3А227П будем использовать круг шлифовальный ПП 30х10х150 25А25С26К2.

На 40-ой плоскошлифовальной операции на станке 3Д722 будем использовать шлифовальный круг ЗП 500х40х150 91А25СМ27Б5 ГОСТ 2424-83.

На 45-ой фрезерно-расточной операции с ЧПУ будем использовать сверло диаметр 32 ГОСТ 19265-88, резец расточной отогнутый, сверло Ø24, сверло диаметр 35, сверло диаметр 8, метчик М10, фреза концевая диаметр 20, фреза концевая диаметр 50, фреза концевая диаметр 25, метчик М10.

В среднесерийном производстве применяются штангенциркули, микрометры, и т. д. Для контроля нашего стержня воспользуемся следующими измерительными средствами:

- штангенциркуль ШЦ1 ГОСТ 160-80;
- микрометр МК – 50 ГОСТ 6507-78 [13], [15].

2.5 Разработка технологических операций

В этом разделе важно разработать технологический процесс изготовления стержня. Необходимо определить такие показатели, как штучное время, операционное время. Также необходимо произвести расчёт режимов резания, то есть определить три основных параметра. К таким параметрам можно отнести скорость резания, подача и глубина резания.

Также существуют и другие характеристики, которые тоже важны при разработке технологического процесса. К таким характеристикам можно

отнести частоту вращения шпинделя, мощность электродвигателя, составляющие силы резания и др.

На операции № 05 выполняется сверление поверхности 46.

Обработка ведется сверлом из быстрорежущей стали Р6М5 ОСТ 2И21-2-76, диаметр сверла $D = 21$ мм.

При сверлении глубина резания $t = 0,5D = 0,5 \times 21 = 10,5$ мм.

Выбираем подачу $S = 0,24$ мм/об [6].

Поправочные коэффициенты на подачу:

$$K_{ls} = 0,9, K_{os} = 0,5$$

Определяем величину подачи с учетом поправочных коэффициентов:

$$S = 0,24 \times 0,9 \times 0,5 = 0,11 \text{ мм/об.}$$

Определяем скорость резания, V , м/мин по формуле 1:

$$v = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times S^y} \times K_v, \quad (1)$$

,где C_v , q , y , m – коэффициент и показатели степени для конкретных условий резания.

$$C_v = 14,7, q = 0,25, y = 0,55, m = 0,125 [6].$$

T – период стойкости сверла,

$$T = 35 \text{ мин [6].}$$

K_v - общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания, определяется по формуле 2:

$$K_v = K_{MV} \times K_{EV} \times K_{IV} \times K_{CV}, \quad (2)$$

,где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала, определяется по формуле 3:

$$K_{MV} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v}, \quad (3)$$

$$K_{MV} = \left(\frac{190}{200}\right)^{1,3} = \left(\frac{190}{200}\right)^{1,3} = 0,99$$

K_{iv} – коэффициент, учитывающий материал инструмента,

$K_{iv} = 1,0$ для материала режущей части P6M5 [6]

$K_{lv} = 0,75$ [6].

$K_{zv} = 0,75$.

Подставляя полученные данные в формулу (2), определяем коэффициент K_v :

$$K_v = 0,99 \times 1 \times 0,75 \times 0,75 = 0,5$$

Определяем скорость резания по формуле (1):

$$v = \frac{14,7 \times 10^{0,25}}{35^{0,125} \times 0,11^{0,55}} \times 0,5 = 28 \text{ м / мин}$$

Определяем частоту вращения шпинделя по формуле 4:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D}, \quad (4)$$

$$n = \frac{1000 \times 28}{3,14 \times 17} = 891,7 \text{ об / мин}$$

Уточняем частоту вращения шпинделя по паспорту станка: $n = 900$ об/мин

Уточняем скорость резания по формуле (5):

$$V = \frac{\pi \times D \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 17 \times 900}{1000} = 28,3 \text{ м / мин} \quad (5)$$

Определяем крутящий момент по формуле 6:

$$M_{кр} = 10 \times C_M \times D^q \times S^y \times K_p, \quad (6)$$

,где C_m, q, x, y – коэффициент и показатели степени.

$$C_m = 0,021, y = 0,8, q = 2 [6].$$

K_p – поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания. Для сверления:

$$K_p = K_{mp} = 1,03$$

Подставляя полученные данные в формулу (6), определяем крутящий момент, Н·м:

$$M_{кр} = 10 \times 0,021 \times 10^2 \times 0,11^{0,8} \times 1,03 = 3,7,$$

Определяем мощность резания по формуле 7:

$$N_e = \frac{M_{кр} \times n}{975} \quad (7)$$

$$N_e = \frac{3,7 \times 900}{975} = 3,4 \text{ кВт}$$

Проведем проверку расчетов по мощности станка:

$$N_{н\sigma} \geq N_e$$

$$7,5 \text{ кВт} \geq 3,4 \text{ кВт}$$

«Таким образом, можно сказать, что техпроцесс изготовления детали разработан, комплект чертежей, сопровождающий материалы, представленные в данном разделе, представлен в графической части работы.

Таким образом, данные приведенные выше в разделе 2 позволяют выполнить графический необходимый материал, а именно:

- выполнить чертеж заготовки;
- выполнить чертеж плана обработки;
- выполнить чертежи наладок.» [1]

В приложении «А» данной работы представлена маршрутная карта, а в приложении «Б» – операционные карты.

3 Расчет и проектирование оснастки

3.1 Расчет и проектирование приспособления

Спроектируем станочное приспособление на операцию № 40. Обработка ведется на плоскошлифовальном станке модели 3Д722.

Сила магнитного притяжения заготовки определяется нелинейной зависимостью, учитывающей влияние различных факторов – материала заготовки, ее формы, толщины, но в основном она определяется удельной силой магнитного притяжения P_y .

Удельная сила притяжения, отнесенная к площади опорной поверхности детали, определяется по формуле 8:

$$H_{y.д.} = Q_M / S_{\delta} \quad (8)$$

Отнесенная к площади полюсов приспособления определяется по формуле 9:

$$H_{y.п.} = Q_M / S_n \quad (9)$$

,где Q_M – сила магнитного притяжения, Н.

Сила магнитного притяжения Q_M определяется магнитным потоком φ , пронизывающим рабочий зазор, или плотностью потока – магнитной индукцией B , формулы 10 и 11:

$$Q_M = 39,8 \times 10^4 \times \varphi^2 / S_n, \quad (10)$$

$$Q_M = 39,8 \times 10^4 \times B^2 \times S_n \quad (11)$$

,где S_n – площадь соприкосновения заготовки с полюсами приспособления, m^2 .

«К рабочему зазору магнитный поток подводится по магнитопроводам. Для магнитомягких материалов имеется некоторое предельное значение магнитной индукции – индукция насыщения $B_s = 2,1$ Тл. Удельная сила магнитного притяжения заготовок полюсами приспособления составит $P_y = 190$ кПа». [19]

Равномерность распределения силы притяжения по рабочей поверхности плиты определяется по формуле 12:

$$W = (S/Q_{cp})100, \quad (12)$$

Где S и Q_{cp} – средние, соответственно, квадратичное и арифметическое отклонение силы притяжения эталонного образца. $W = 1938$ Н

«При операциях чистовой обработки W может быть меньше на 20...30%. Рабочий зазор δ , от которого в значительной степени зависит удельная сила магнитного притяжения, определяется неточностью формы опорной поверхности заготовки и ее шероховатостью и является технологическим параметром. Требуемый зазор δ_i создается прокладками из немагнитного материала (алюминиевой или медной фольги).» [19]

«Приспособление, рисунок 2, содержит корпус 4 коробчатой формы, на который установлен неразборный неподвижный магнитный блок 2, состоящий из рамки (изготовленный из немагнитного материала), внутри которой установлены чередующиеся магнитопроводы 11 и постоянные магниты 12. Магнитопроводы соединяют с рамкой с помощью шпонок. При сборке узла используют также склеивание. На блок 2 устанавливается адаптерная плита (АП) – 1, из стали 45. В пазы АП вставлены магнитопроводы 13 (полюсники), отделенные от ферромагнитного корпуса заливкой 14 из немагнитного сплава. Между неподвижным магнитным блоком 2 и дном корпуса 4 размещен подвижный магнитный блок 3, по конструкции аналогичный неподвижному. От корпуса 4 немагнитной прокладкой 9. Перемещение подвижного блока внутри корпуса осуществляет

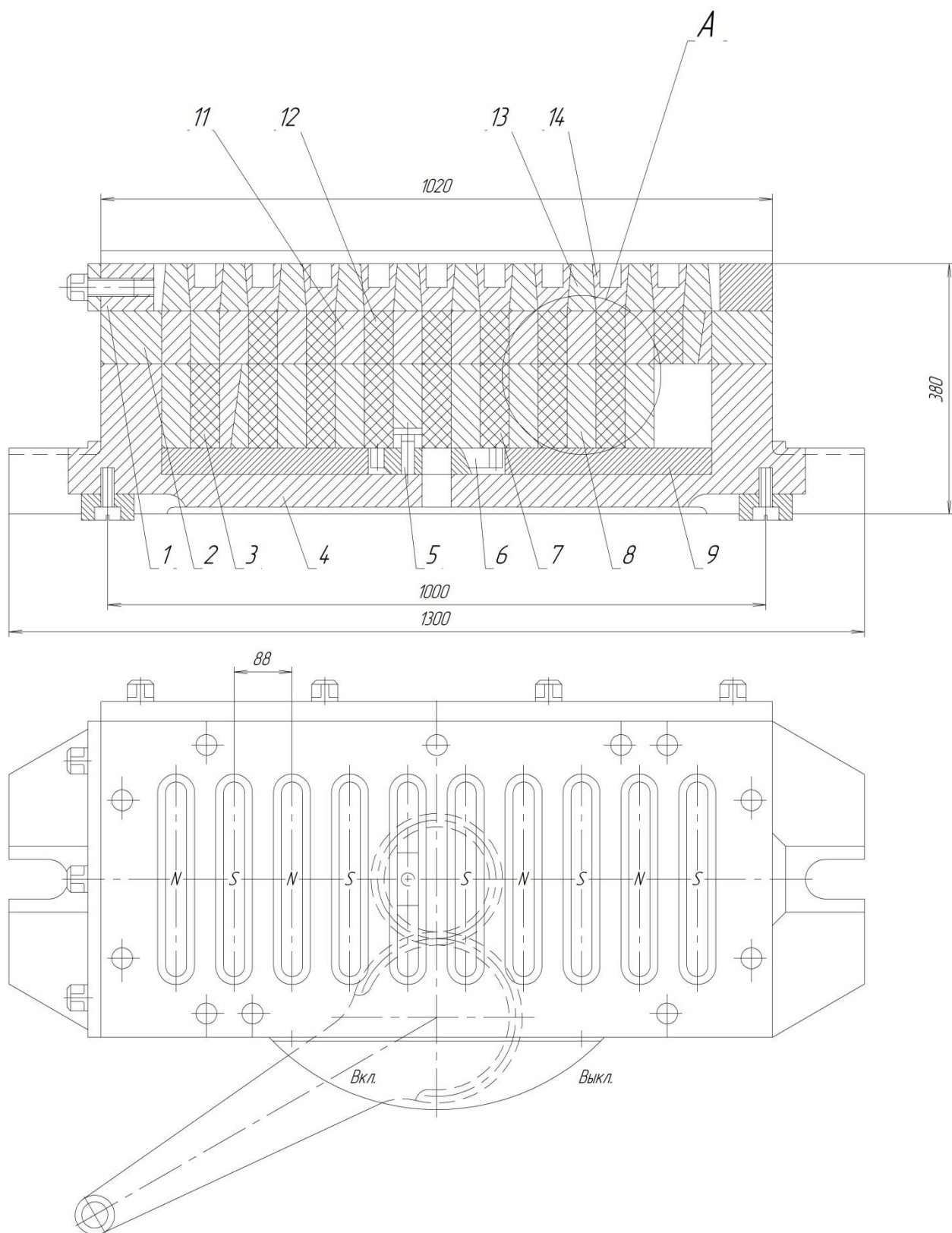


Рисунок 3 – Патрон самоцентрирующий

силовой механизм, состоящий из шестерни 6 с эксцентрично посаженным пальцем 5, зубчатого сектора 10 с рукояткой 15.» [19]

«В магнитных блоках магниты 7 и 12 обращены к магнитопроводам 8 и 11 одинаковой полярностью, отчего полюсы на рабочей поверхности плиты чередуются (N, S и т.д.)» [19]

«Управление плитой осуществляется по принципу нейтрализации потока: при совпадении полярности магнитов верхнего и нижнего блоков МСП включено, деталь притягивается к рабочей поверхности МСП; при переводе рукоятки в другое крайнее положение подвижный блок переместится, а магниты нижнего блока – под магниты противоположной полярности верхнего блока. МСП отключается.» [19]

3.2 Проектирование инструмента

Общий вид инструмента – резца показан ниже на рисунке 4.

В качестве режущего инструмента сконструируем для операции "Фрезерно-расточная с ЧПУ" фрезу концевую.

В качестве материала для хвостовика фрезы выбираем углеродистую сталь 40Х, режущая часть быстрореж P18.

Исходя из требований чертежа детали принимаем диаметр фрезы равной 30 мм и радиусом при основании R5.

Рассчитаем необходимое число зубьев фрезы. При выборе числа зубьев фрезы необходимо соблюдать условие равномерности фрезерования. Для концевых фрез равномерность зависит от угла наклона винтовых канавок ω и ширины фрезерования В.

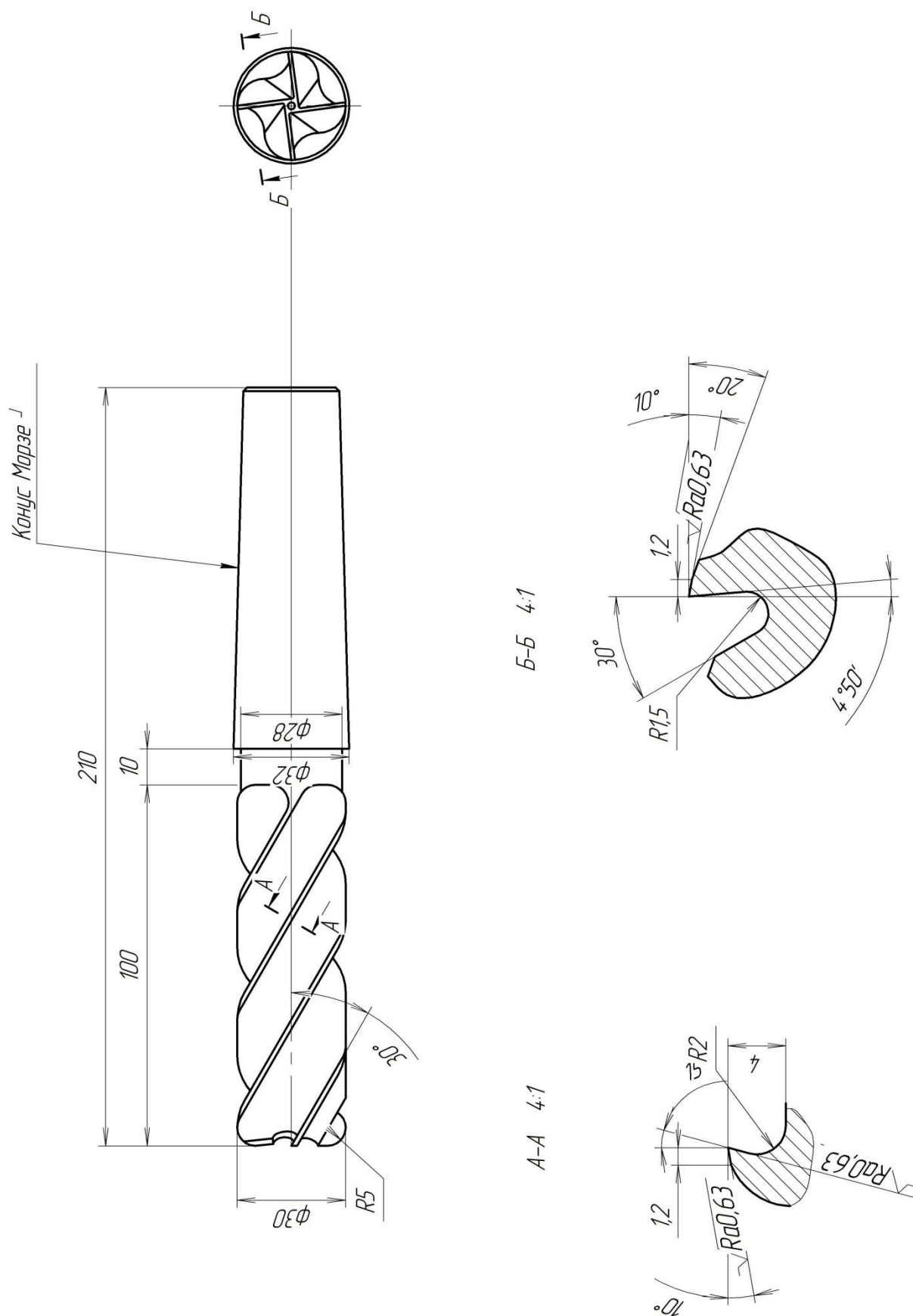


Рисунок 4 – Общий вид фрезы

Процесс фрезерования будет равномерным при условии, если величина B кратна осевому шагу фрезы, формулы 13 и 14.

$$t_0 = \pi \times D \times \operatorname{ctg} \omega / z; \quad (13)$$

$$B = c \times \pi \times D \times \operatorname{ctg} \omega / z, \quad (14)$$

где c – целое число.

Отсюда число зубьев по формуле 15:

$$z = c \times \pi \times D \times \operatorname{ctg} \omega / B \quad (15)$$

$$z = 3,14 \times 30 \times 1,72 / 40 = 4,05$$

Принимаем $z=4$.

Определим форму зубьев и впадин. Число зубьев фрезы влияет на форму, размеры зуба и впадины.

Для фрез с крупными зубьями назначаются следующие значения параметров геометрии зуба

$h=4\text{мм}$ ($0,3 \dots 0,45$ окружного шага) – высота зуба;

$r=1,5\text{мм}$ ($0,4 \dots 0,75h$) – радиус впадины зуба;

$f=1,2\text{мм}$ – спинка зуба;

$\alpha=10^\circ$ – задний угол;

$\alpha_1=20^\circ$ – угол среза спинки.

Спроектированный режущий инструмент представлен на соответствующем листе графической части.

«Таким образом, в данном разделе спроектированы станочное приспособление и режущий инструмент, более подробно их конструкции представлены в графической части, а спецификации в приложении В настоящей работы» [19].

4. Безопасность и экологичность технического объекта

В этой главе нам необходимо будет разобраться и понять, какие существуют потенциальные риски на производстве, а точнее на производственной площадке, где изготавливают наш стержень.

Также помимо этого нам необходимо не только учитывать все риски на производстве, но и понять, какие меры стоит принять, чтобы устранить ту или иную проблему.

Далее важно знать, какова технологичность нашего производственного объекта, а именно необходимо определить, на сколько данный производственный участок соответствует заявленным требованиям по безопасности персонала, по эргономике помещений, по качеству и безопасности эксплуатации технического оборудования, по планировке самих помещений.

Планировка помещений – это очень важный этап в проектировании и подготовке производства. От этого будет зависеть здоровье и безопасность рабочего персонала, качество изготавливаемой продукции и многое другое. Планировка помещений включает в себя многие аспекты при подготовке производства. К ним можно отнести правильное размещение оборудования на площадке, чтобы обеспечивалось максимально эффективное использование рабочего пространства.

Также важно, чтобы обеспечивались безопасные и комфортные условия для работы персонала. Здесь можно выделить несколько важных факторов. Это температура помещения, влажность помещения, удобство использования оборудования, компактность оборудования и т.д. Также стоит обратить внимание на такие вредные производственные факторы, как загазованность помещений, запылённость помещений, Однако всё зависит от места работы, так как существуют разные нормы безопасности работы на производстве и нормы безопасности работы в офисных помещениях.

Одним из самых важных систем, которые нужны для предотвращения загазованности, улучшению качества воздуха является система вентиляции. Система вентиляции необходима в каждом производственном и офисном помещении. Она нужна не только для поддержания качества воздуха, но и для сохранения здоровья персонала рабочих.

Далее в каждом помещении должны находиться схемы экстренных выходов по эвакуации персонала в случае пожара и других непредвиденных ситуациях. Также должны присутствовать инструкции для оказания первой медицинской помощи пострадавшим, а также инструкции по правильному действию персонала в случае проведения террористических актов на производстве. Помимо этого на территориях каждого производственного участка должны находиться средства по ликвидации огня. К таким средствам можно отнести огнетушители, датчики дыма, кнопка вызова пожарной бригады, система подвода воды для пожаротушения и т.д.

Всё сводится к тому, чтобы предотвратить или минимизировать все риски по получению травм или иного ущерба здоровью рабочего персонала.

Теперь необходимо составить таблицу, в которой будут занесены все вредные производственные факторы на различных этапах технологических операций.

Проанализируя эти факторы, можно разработать способы, направленные на их устранение.

Теперь рассмотрим таблицу 5 вредных производственных факторов:

Таблица 5 – Вредные производственные факторы

Наименование операции	Виды производственных рисков	Меры по устранению рисков
Литьё	1)Наличие испарений металла, что вредно для дыхательной системы. 2) Высокие температуры на производстве в литейных цехах. 3) Раскалённые объекты.	1) Ношение специальных костюмов и расpirаторов для защиты органов дыхания и кожных покровов. 2)Ношение огнеупорных перчаток.
Точение	1)Отлетающая стружка металла. 2) Повышенный уровень вибраций и шума при точении. 3) Попадание СОЖ на кожный покров. 4) Испарение СОЖ.	1) Ношение специальных очков. 2) На токарных станках должно быть специальное стекло, предохраняющее от стружки. 3) Ношение перчаток. 4) Ношение расpirатора для защиты органов дыхания.
Сверление	1)Отлетающая стружка металла. 2) Повышенный уровень шума и вибраций при сверлении. 3) Высокая температура обрабатываемых поверхностей. 4) Испарение СОЖ. 5) Попадание СОЖ на кожу и глаза.	1) Ношение специальных очков. 2) На токарных станках должно быть специальное стекло, предохраняющее от стружки. 3) Ношение перчаток. 4) Ношение расpirатора для защиты органов дыхания. 5) Ношение наушников, предохраняющих от шума.
Балансировка	1)Высокий уровень шума при операции балансировки. 2)Неправильное закрепление стержня в станке.	1) Наличие защитного корпуса балансировочного станка. 2) Ношение специальных шумоизолирующих наушников.

В этой таблице были рассмотрены основные виды рисков, которые возникают при обработке заготовки стержня. Также были рассмотрены меры, которые можно применить для устранения таких типов риска.

Однако не было указано источников этих рисков. Необходимо выделить несколько таких источников.

Например, при обработке точением черновым и чистовым основным источником риска получения травм является сам токарный станок. Эти данные показаны в таблице 6.

Таблица 6 – Воздействие вредных производственных факторов на окружающую среду

Виды отходов производства	Воздействие на атмосферу	Воздействие на литосферу	Воздействие на гидросферу
Масляные отходы, СОЖ.	1)Загрязнение воздуха парами масла и другими нефтепродуктами.	1)Загрязнение земли продуктами нефтепереработки, 2)Истощение естественного плодородия почв.	1) Уничтожение морских и речных организмов. 2) Ухудшение качества воды.
Стружка удалённого металла	-	1) Загрязнение почв, полная непригодность земли.	1) Потеря качества воды. 2) Негативный эффект на микроорганизмы.
Испарение металла	1)Ухудшение качества воздуха. 2)Негативное влияние испарений на сухопутных животных. 3) Постепенное накопление металла в организмах.	1) Накопление металла во почве. 2) Потеря плодородия почв. 3) Потеря урожая всех растительных культур.	1) Накопление испарившегося металла в организмах морских и речных обитателей. 2) Потеря качества воды.

Помимо этого источником также может являться отлетающая стружка металла, эта стружка очень острая. При попадании на кожу мелкие частицы металла могут проникнуть вглубь в кожный покров, что может вызвать неприятный болевой эффект. Поэтому рекомендуется носить перчатки прорезиненные.

Далее идёт смазывающая охлаждающая жидкость, которая является очень токсичной при попадании на кожу или глаза. Если СОЖ попала на поверхность кожи или глаз, необходимо промыть этот участок большим количеством воды или обратиться за медицинской помощью.

Помимо этого источником получения травм может также являться электропроводка, зажимные устройства для захвата деталей и многое другое.

«Выявив и проанализировав технологию изготовления стержня и, ее воздействие на среду, делаем вывод, что данная технология удовлетворяет нормам по защите здоровья человека и окружающей среде.» [7]

5 Экономическая эффективность работы

В этом разделе нам предстоит понять, какие существуют методы по улучшению качества обработки нашей детали, а именно стержня. Добиться высоких показателей качества, снизить себестоимость детали, а также минимизировать расходы на обработку и изготовление стержня

Помимо этого нам нужно рассчитать технико-экономические показатели производственного процесса по изготовлению своего изделия. К таким параметрам относятся расходы на закупку оборудования, расходы на использование электроэнергии, воды.

Также стоит учитывать расходы на оплату труда станочникам и рабочему персоналу. В этом плане необходимо учитывать тарифную ставку рабочих, объём произведённой продукции за единицу времени, расходы на определённую обработку нашего изделия. Стоимость материала заготовки, стоимость стружки удалённого материала, а также расчёт полной себестоимости одной детали или партии этих деталей.

Однако в этой главе нам также необходимо будет определить способы по улучшению обрабатываемости детали. Об этом будет описано в конце главы.

Существует большое количество способов определения и расчёта экономических показателей производства. Однако мы будем использовать только некоторые основные методы расчёта экономической эффективности работы.

Одним из таких методов является метод по определению технологической себестоимости продукции.

Далее мы применим методику калькулирования себестоимости изготавливаемой продукции.

Следующий метод – это метод капитальных вложений в использованное оборудование.

Последний метод – это экономическое обоснование мероприятий, которые направлены на эффективное использование финансовых и материальных ресурсов.

Итак, рассмотрим метод расчёта технологической себестоимости одного изделия. Этот метод состоит из нескольких основных пунктов:

- расходы на содержание и эксплуатацию оборудования;
- основные материалы за вычетом отходов;
- начисление заработной платы;
- основная заработная плата рабочему персоналу;
- расходы на заработную плату наладчику;

Проведя необходимый анализ и расчёт всех экономических элементов, можно сделать вывод, что самым большим расходом оказались основные материалы с учётом отходов, так как на их долю пришлось около 90% от общего содержания всех расходов.

В сумме все расходы составили примерно 2008,2 рубля.

Далее необходимо рассмотреть калькуляционную себестоимость изготовления стержня.

По итогам расчётов и вычислений, была определена полная себестоимость продукции, которая равняется 18135 рублей.

Далее у нас идёт следующий показатель, который носит название метода капитальных вложений в технологический процесс по изготовлению детали стержня. Этот метод состоит из двух основных аспектов:

- это прямые капитальные вложения, которые идут на расходы за основное оборудование производства;
- дополнительные вложения из капитала. Эти вложения также подразделяются на расходы за доставку и установку оборудования, расходы на транспортные средства по транспортировке оборудования и других устройств, расходы за проектирование и подготовку к производству, а также дополнительные расходы за приспособления и режущие инструменты.

Определившись со всеми расходами, которые пошли на капитальные вложения в наше производство, можно сделать вывод о том, что самым многозатратным вложением были расходы на покупку необходимого технологического оборудования. Эти расходы составили в общей сложности 75,5% от всех общих затрат. Суммарно все капитальные вложения составили около 8801635 рублей.

Теперь, когда все расходы на производство у нас определены, можно приступить к расчёту и определению нескольких важных экономических параметров в производстве.

К таким параметрам можно отнести:

- чистая прибыль;
- индекс доходности;
- чистый дисконтируемый доход;
- срок окупаемости;

Разберём каждый параметр по отдельности.

Итак, чистая прибыль – это прибыль, которая идёт с учётом всех расходов и налогов на те или иные мероприятия. Если говорить проще, то это разница между всеми доходами от производства и всеми расходами.

Далее идёт индекс доходности. Этот индекс показывает нам, насколько прибыльно наше производство. Этот индекс считается относительным и не является объективной оценкой для определения прибыльности того или иного предприятия.

Чистый дисконтируемый доход – этот показатель отражает эффект всех наших инвестиций и вложений на будущее нашего производства, а именно на то, какую прибыль он будет нам приносить.

И наконец, срок окупаемости – этот показатель говорит сам за себя. Это индекс, который говорит нам, через какой промежуток времени могут окупиться, то есть вернуться все наши вложения в производство.

Рассчитывая каждый из этих показателей, можно привести все значения в таблицу 7, где можно просмотреть все получившееся значения:

Таблица 7 – Экономические показатели производства

	Чистая прибыль, руб	Индекс доходности, руб	Чистый дисконтируемый доход, руб	Срок окупаемости, лет
Обозначение показателя	ЧП	ИД	ЧДД	T _{ок}
Результат	14016694	1,43	1160480	4

Анализируя все рассчитанные данные можно сделать о данном предприятии по изготовлению деталей стержней.

Индекс доходности предприятия составляет всего 1,43 единицы. Это небольшой показатель, однако он выше единицы, а это значит, что данное предприятие можно считать прибыльным.

Исходя из других показателей, например таких, как показатель чистой прибыли можно сказать, что это также невысокий показатель, но всё же прибыльный.

Один из самых важных показателей здесь – это срок окупаемости нашего предприятия. Исходя из этого параметра можно сделать несложный вывод о том, что наше производство сможет окупиться только через 4 года и несколько месяцев. Для предприятия такого уровня этот срок вполне оправдан, так как надо также учитывать объём выпуска деталей, массу детали, а также тип производства.

Далее нам необходимо рассмотреть экономическую эффективность работы наших станков на предмет улучшений.

Итак, стоит отметить, что наша деталь изготавливается на производственной линии. Суть работы этой линии заключается в том, что в неё загружают заготовки из отливок, штамповок или иных видов заготовок. Это изделие, попадая на производственную линию, перемещается по ней и проходит различные стадии механической обработки, например точение, сверление, фрезерование, зенкерование, развёртывание и т.д.

На этой производственной линии установлены различные виды оборудования, которые совершают механическую обработку нашего изделия и снимают припуск, улучшая качество обработанной поверхности. Вся эта линия вместе с оборудованием не является автоматизированной, поэтому требует при себе нахождения рабочего персонала. На этой линии бывают также люди, которые занимаются только починкой такого оборудования или его наладкой.

Идея улучшения этой производственной линии заключается в следующем.

Заменить оборудование токарных и сверлильных станков на ЧПУ станки, то есть на станки с числовым программным управлением. Дело в том, что на производственной линии применяются только станки аналогового типа, то есть непрограммируемые станки. Однако если произвести такую замену, можно добиться значительных показателей в росте и производительности продукции, улучшения качества обработки поверхностей детали.

Помимо этого ЧПУ станки обладают также рядом качеств, которых просто нет у аналоговых станков. Это высокая точность обработки, универсальность станков, сокращение штата работников, что сильно снижает расходы на оплату труда рабочего персонала. Также стоит отметить, что ещё одним преимуществом ЧПУ станков является увеличение машинного времени, что в свою очередь значительно увеличивает рост производительности любого типа производства.

На этом заканчивается глава по экономической эффективности работы предприятия.

Заключение

Достижение целей бакалаврской работы производилось последовательным, поэтапным выполнением ряда задач.

Первый этап – это анализ исходных данных. Здесь необходимо ознакомиться с конструктивными особенностями стержня. Понять, как он устроен, и какие есть особенности его изготовления.

Второй этап – это технологическая часть работы. На этом этапе важно правильно разработать технологический процесс изготовления стержня.

Третий этап – проектирование станочного приспособления. Здесь нужно произвести расчёт зажимного приспособления, которое используется для захвата стержня при его обработке.

Четвёртый этап – это проектирование режущего инструмента. На данном этапе нужно будет спроектировать инструмент, который используется на определённом этапе механической обработки.

Пятый этап – это литературные исследования. Здесь важно понять и разобраться, какие есть возможности по улучшению качества обработки детали.

Шестой этап – безопасность и экологичность технического объекта. Здесь необходимо ознакомиться с планировкой производственной линии.

Седьмой этап – экономическая эффективность работы.

Таким образом, все задачи бакалаврской работы решены, а следовательно, цель бакалаврской работы, ранее сформулированная в разделе «Введение» - разработка технологического процесса изготовления стержня с минимальной себестоимостью достигнута.

Список используемых источников

- 1 Барановский Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник / Ю.В. Барановский. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М., Машиностроение, 1995 г., 320 с.
- 2 Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений: Учеб. пособие для учащихся техникумов. / А.П. Белоусов.; 3-е изд., перераб. И доп.– М.: (Высшая школа), 1980, 240 с.
- 3 Боровков, В.М. Разработка и проектирование чертежа штамповки. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990., 25 с.
- 4 Боровков В.М. Экономическое обоснование выбора заготовки при проектировании технологического процесса. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990., 45 с.
- 5 Горбачевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для вузов. / А.Ф.Горбачевич, В.А. Шкред; 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с 4-го издания. – М: ООО ИД «Альянс», 2007.- 256 с.
- 6 Гордеев А.В. Выбор метода получения заготовки. Метод, указания / А.В. Гордеев, - Тольятти, ТГУ, 2004.-9 с.
- 7 Горина Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2016, 68 с.
- 8 ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку [Текст]. – Взамен ГОСТ 26645-85; введ. 2010-24-08. – М.: Стандартиформ, 2010. – 35 с.
- 9 Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" / И.С. Добрыднев, - М: Машиностроение 1985, 184 с.
- 10 Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова,– Тольятти: ТГУ, 2015, 46 с.

11 Ковшов, А. Н. Технология машиностроения : учебник / А. Н. Ковшов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-0833-7.

12 Научные основы технологии машиностроения : учебное пособие / А. С. Мельников, М. А. Тамаркин, Э. Э. Тищенко, А. И. Азарова ; под общей редакцией А. С. Мельникова. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 420 с. — ISBN 978-5-8114-3046-8.

13 Маталин А. А. Технология машиностроения : учебник / А. А. Маталин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-0771-2.

14 Михайлов А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 1201 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» / А.В. Михайлов, – Тольятти, ТГУ, 2005. - 75 с.

15 Нефедов Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах: Учеб. Пособие для техникумов 2-е изд. перераб. и доп./ Н.А. Нефедов, 76 - М.: Высш. Школа, 1986-239 с.

16 Нефедов Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режу-щему инструменту Учеб. Пособие для техникумов по предмету "Основы учения о резании металлов и режущий инструмент" 4-е изд. перераб. и доп. / Н.А.. Нефедов, - М., Машиностроение, 1984 г.- 400 с.

17 Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 1/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 912 с.

18 Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 2/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 944 с.

19 Станочные приспособления: Справочник. В 2-х кн. Кн. 1./ Б.Н. Вардашкин; под ред. Б.Н. Вардашкина [и др.]; - М.: Машиностроение, 1984.

17 Таймингс, Р. Машиностроение. Режущий инструмент. Карманный

справочник. Пер. с англ. 2-е изд. Стер./ Р. Таймингс, – М.: Додэка-XXI, 2008, - 336 с.

20 Технология машиностроения [Электронный ресурс]: вопросы и ответы. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов/ — Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2015.— 88 с.

21 Ткачук К.Н. Безопасность труда в промышленности / К.Н. Ткачук [и др.] – К. Техника, 1982, 231 с.

22 Davim J.P. Modern Machining Technology. A practice guide Woodhead Publishing, 2011. — 412 p. — (English).

23 Alexander H. Slocum. Precision Machine Design. Society of Manufacturing Engineers, 1992, 750 p. - ISBN 0872634922, 9780872634923.

24 Bozina P. Vorrichtungen im Werkzeugmaschinenbau: Grundlagen, Berechnung und Konstruktion. Springer Berlin Heidelberg, 2013, 245 p. - ISBN3642327060, 9783642327063.

25 Klocke F. Manufacturing Processes 2: Grinding, Honing, Lapping. Vol. 2Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009. XXIV, 433 p. 35 illus. — ISBN 978-3-540-92258-2, e-ISBN 978-3-540-92259-9, DOI 10.1007/978-3-540-92259-9.

26 Linke B. Life Cycle and Sustainability of Abrasive ToolsSpringer, 2016. — XVII, 265 p. — ISBN 978-3-319-28345-6; ISBN 978-3-319-28346-3 (eBook).

27 Manfred W, Christian B. Werkzeugmaschinen Fertigungssysteme. Springer Berlin Heidelberg, 2006, 599 p. - ISBN 3540280855, 9783540280859.

Маршрутная карта

Таблица А.1 – Маршрутная карта

[illegible]

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

[illegible]

Операционные карты

Таблица Б.1 – Операционные карты

[illegible]

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

ГОСТ 3.1105-84. Форма 7

[illegible]

Продолжение таблицы Б.1

[illegible]

Операционные карты

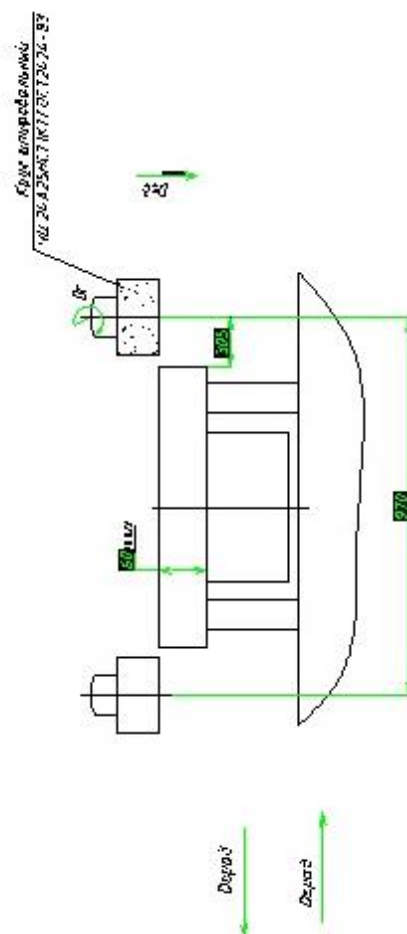
Таблица Б.1 – Операционные карты

Продолжение таблицы Б.1

[illegible]

Продолжение таблицы Б.1

ГОСТ 3.1105-84. Форма 7

[illegible]

EX

Приложение В

Спецификация

Таблица В.1 – Спецификация

Форм	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
				Документация		
A1				Сборочный чертеж		
				Детали		
		1		Плита адаптерная	1	
		2		Блок магнитный		
				неподвижный	1	
		3		Блок магнитный		
				подвижный	1	
		4		Корпус	1	
		5		Палец	1	
		6		Шестерня	1	
		7		Магнит постоянный	8	
		8		Магнитопровод	9	
		9		Прокладка		
				немагнитная	1	
		10		Сектор зубчатый	1	
		11		Магнитопровод	10	
		12		Магнит постоянный	8	
		13		Магнитопровод	10	
		14		Заливка		
				немагнитная	9	
		15		Рукоятка	1	
Изм	Лист	№ Докум	Подп.	Дата	Плита магнитная Лит. Лист Листов 1	
Разраб.	Путинцев					
Пров.	Варанов					
Т.контр.						
Н.контр.	Варанов					
Утв.	Логинов					