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 вала-шестерни промежуточной

Обучающийся И.А. Литвинов
(Инициалы Фамилия) (личная подпись)

Руководитель к.т.н., доцент Д.Ю. Воронов
(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультант(ы) А.Н. Кирюшкина
(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

М.А. Кривова
(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2025

Аннотация

Технологический процесс изготовления вала-шестерни промежуточной. Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2025.

В бакалаврской работе представлена технология изготовления вала для условий среднесерийного производства.

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

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, путем перебора нескольких возможных вариантов инструмента;

- 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 49 страниц, содержащую 11 таблиц, 4 рисунка, и графическую часть, содержащую 6,5 листов.

Содержание

Введение…….... 4
1 Анализ исходных данных..... 5
1.1 Служебное назначение детали……..... 5
1.2 Классификация поверхностей детали…… 7
1.3 Технологичность детали…….. 7
1.4 Задачи работы……... 8
2 Разработка технологической части работы……. 9
2.1 Выбор типа производства и его стратегии…… 9
2.2 Выбор метода получения заготовки……... 10
2.3 Разработка ТП изготовления детали…….. 10
2.4 Выбор СТО…… 19
2.5Разработка технологических операций…….. 21
3 Расчет и проектирование оснастки…… 23
3.1 Расчет и проектирование приспособления……... 23
3.2 Проектирование инструмента…...……..……... 26
4 Безопасность и экологичность технического объекта……... 29
5 Экономическая эффективность работы……... 33
Заключение…...……. 38
Список используемых источников……. 39
Приложение А Маршрутная карта…….. 42
Приложение Б Операционные карты…….. 44
Приложение В Спецификация…… 47

Введение

«В настоящее время вопрос развития производства в экономике серьёзная и наукоёмкая задача, но без развития производства и вложения в него средств, предприятия существовать не могут.» [15].

«В связи с этим предприятия ищут возможности и средства для успешной работы и дальнейшего развития. Сейчас заметно стремление заводов максимально снижать себестоимость своей продукции, применять более высокопроизводительное оборудование и оснастку, оснащать станки промышленными роботами.» [13].

«В условиях нынешней экономической ситуации необходимо использовать средства с максимальным эффектом, чтобы они смогли в будущем приносить наибольший доход, это касается всех машиностроительных предприятий.» [11].

«В этой связи не является исключением и процесс производства транспортных средств. В данном производстве наиболее ярко проявляется суть процессов, о которых было сказано выше.» [21].

«В процессе производства транспортного средства определяющее значение имеет качество его сборки и качество изготовления отдельных деталей и узлов.» [26].

«Основываясь на вышеизложенном, можно сказать, что тема данной бакалаврской работы способствует решению актуальной задачи современного машиностроительного производства.» [22].

Таким образом, можно сказать, что тема работы является актуальной. Тогда, цель бакалаврской работы может быть сформулирована следующим образом: изготовление вала-шестерни с минимальной себестоимостью.

1 Анализ исходных данных

1.1 Служебное назначение детали

«Вал-шестерня является важной частью редуктора. С ее помощью происходит передача крутящего момента. Помимо этого, она также, выполняет роль элемента, воспринимающего со стороны действующие силы, от шестерен и опор, что помогает редуктору работать плавно и без вибраций.» [27].

Ознакомимся с его конструктивными особенностями на рисунке 1 ниже.

«Материал заготовки, используемый для производства вала: сталь 38Х2МЮА. Данная сталь имеет следующие основные свойства:

- Термообработка: Закалка 930 - 940оС, масло, Отпуск 660оС, 5ч, Охлаждение воздух;
- Твердость материала: НВ 10^{-1} = 229 МПа;
- Температура ковки, °С: 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}(Acm) = 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 НВ 240-270 и $\sigma_в$=780 МПа, $К_{\upsilon\ тв.\ спл}$=0,75 и $К_{\upsilon\ б.ст}$=0,55.» [25]

В состав данного материала входят следующие химические элементы: марганец (Mn) 0,3 - 0,6 %, углерод (С) с содержанием от 0,035 до 0,420%, кремний (Si) 0,2 – 0,45%, фосфор (Р) 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%.

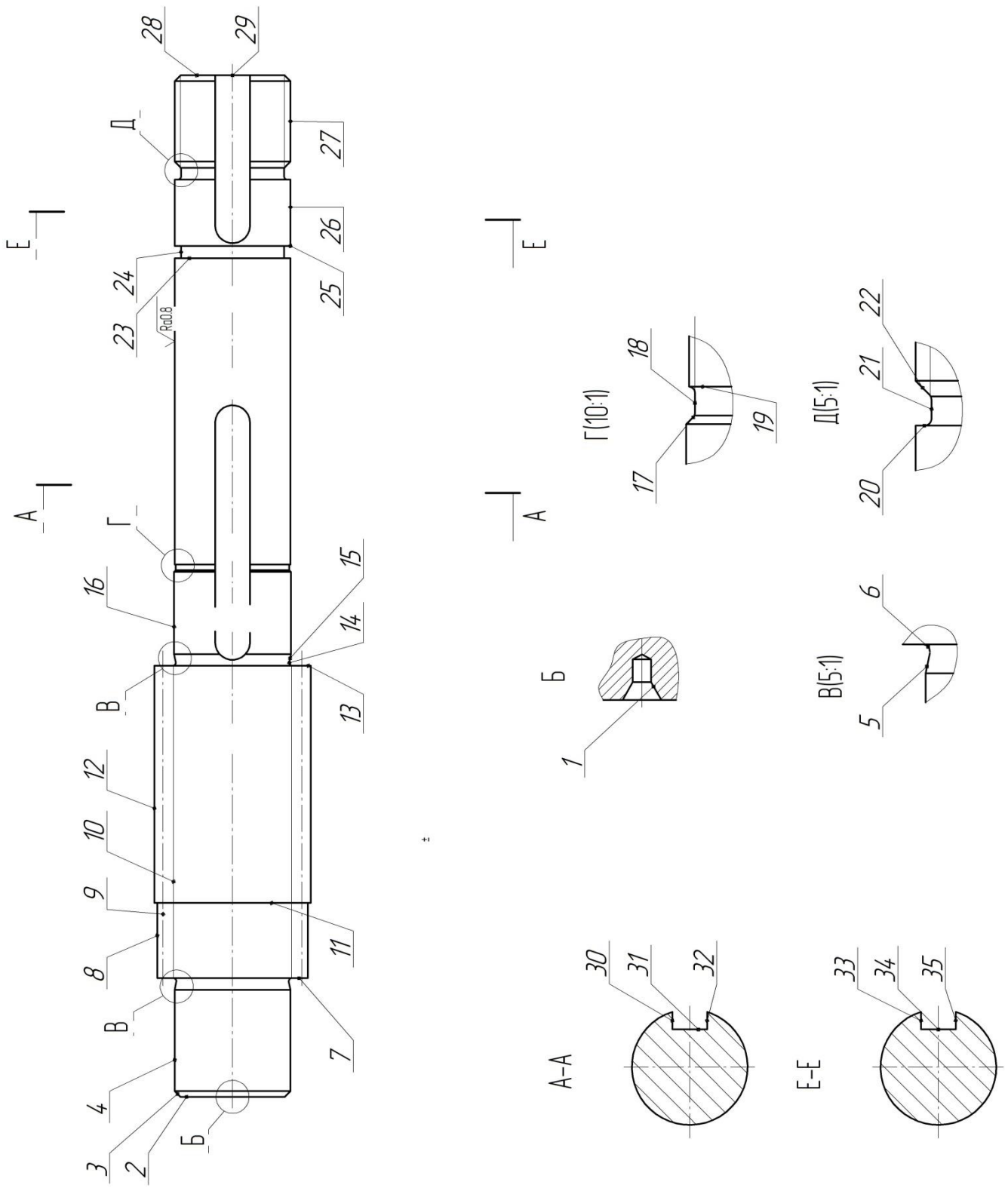


Рисунок 1 – Общий вид детали - «Вал-шестерня»

1.2 Классификация поверхностей детали

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

Исполнительные поверхности вала можно назвать поверхности под номерами 9,30,32,33,35.

Основная конструкторская база (ОКБ) – это поверхности плоскости 7 и шейки вала 4 и 16, которые определяют положение всей детали.

Вспомогательная конструкторская база (ВКБ) – это относится к поверхностям под номером 8,12,13,23,26,27. Эти поверхности нужны для определения положения присоединяемого к валу изделия в сборке.

Технологическая база – к ней можно отнести поверхности 1,29. Они служат для определения положения вала во время его обработки.

Остальные поверхности – свободные. [27].

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	Ки.м.=Мд/Мз	Ки.м. = 0,5/0,75= 0,67
Коэффициент унификации	Ку.э.=Qу.э./Qэ	Ку.э.=27/35=0,77
Коэффициент точности	Ктч=1-1/Тср	Ктч = 1-(1/6,11)=0,84
Коэффициент шероховатости	Кш=1/Шср	Кш = 1-1/1,2=0,83

Вывод: деталь - «Вал-шестерня», 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 вала.

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 вала. 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 вала.

Третий этап – проектирование станочного приспособления. Здесь нужно произвести расчёт зажимного приспособления, которое используется для захвата вала 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 0,5 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» [23]	«Масса детали, кг» [25]	«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.» [5]
литье	0,5	1,25	120	350	1,4	500
штамповка	0,5	0,75	120	250	1,4	340

Получение заготовки осуществляется штамповкой

2.3 Разработка ТП изготовления детали

На этом этапе нам необходимо проанализировать, по какому маршруту будут обрабатываться каждая из поверхностей вала. . [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 - (Ra2,5/IT9). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции технологической базы.

Для плоской поверхности 2 (R_a6,3/IT9) – 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_a6,3/IT9). Таким

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

Для фаски 3 (R_a6,3/IT9) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 3 - (R_a6,3/IT9). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции направляющей поверхности.

Для цилиндрической поверхности 4 (R_a0,8/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 4 - (R_a0,8/IT6). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции основной базы.

Для цилиндрической поверхности 5 (R_a6,3/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_a6,3/IT12). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для плоской поверхности 6 (R_a6,3/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_a6,3/IT12). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для плоской поверхности 7 (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 7 - (R_a2,5/IT7). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции вспомогательной базы.

Для эвольвентной поверхности 8 (R_a3,2/6ст) – это операции, связанные с фрезерованием зубьев. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 8 - (R_a3,2/6ст). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции исполнительной поверхности.

Для эвольвентной поверхности 9 (R_a1,6/6ст) – это операции, связанные с фрезерованием зубьев. Обязательной термической обработкой. Окончательной чистовой обработкой – зубошевенгованием. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 9 - (R_a1,6/6ст). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции исполнительной поверхности.

Для эвольвентной поверхности 10 (R_a1,6/6ст) – это операции, связанные с фрезерованием зубьев. Обязательной термической обработкой. Окончательной чистовой обработкой – зубошевенгованием. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 10 - (R_a1,6/6ст). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции исполнительной поверхности.

Для плоской поверхности 11 (R_a6,3/IT12) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 11 - (R_a6,3/IT12). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для эвольвентной поверхности 12 (R_a3,2/6ст) – это операции, связанные с фрезерованием зубьев. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 12 - (R_a3,2/6ст). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции исполнительной поверхности.

Для плоской поверхности 13 (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 13 - (R_a2,5/IT7). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции вспомогательной базы.

Для цилиндрической поверхности 14 (R_a6,3/IT12) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 14 - (R_a6,3/IT12). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для плоской поверхности 15 (R_a6,3/IT12) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 15 - (R_a6,3/IT12). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для цилиндрической поверхности 16 (R_a0,8/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 16 - (R_a0,8/IT6). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции основной базы.

Для цилиндрической поверхности 17 (R_a6,3/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_a6,3/IT12). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для плоской поверхности 18 (R_a6,3/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_a6,3/IT12). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для цилиндрической поверхности 19 (R_a6,3/IT12) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 19 - (R_a6,3/IT12). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для плоской поверхности 20 (R_a6,3/IT12) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 20 - (R_a6,3/IT12). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для цилиндрической поверхности 21 (R_a6,3/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_a6,3/IT12).

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

Для плоской поверхности 22 (R_a6,3/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_a6,3/IT12). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для цилиндрической поверхности 23 (R_a6,3/IT12) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 23 - (R_a6,3/IT12). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для плоской поверхности 24 (R_a6,3/IT12) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 24 - (R_a6,3/IT12). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для цилиндрической поверхности 25 (R_a6,3/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_a6,3/IT12). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для цилиндрической поверхности 26 (R_a0,8/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 26 - (R_a0,8/IT6). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции основной базы.

Для резьбовой поверхности 27 (R_a6,3/IT12) – это операции, связанные с нарезанием резьбы. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 23 - (R_a6,3/IT12). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для плоской поверхности 28 (R_a6,3/IT9) – это операции, связанные с черновой токарной обработкой. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 28 - (R_a6,3/IT9). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции свободной поверхности.

Для цилиндрической поверхности 29 (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 29 - (Ra2,5/IT9). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции технологической базы.

Для плоской поверхности 30 (R_a2,5/IT9) – это операции, связанные с фрезерованием паза. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 30 - (R_a2,5/IT9). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции исполнительной поверхности.

Для плоской поверхности 31 (R_a2,5/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_a2,5/IT9). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции исполнительной поверхности.

Для плоской поверхности 32 (R_a2,5/IT9) – это операции, связанные с фрезерованием паза. Обязательной термической обработкой. Моечной и контрольной операциями. Такой маршрут позволяет получить требуемые по точности параметры поверхности 32 - (R_a2,5/IT9). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции исполнительной поверхности.

Для плоской поверхности 33 (R_a2,5/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_a2,5/IT9). Таким образом, данная поверхность может выполнять свои функции – функции исполнительной поверхности.

Для плоской поверхности 34 (R_a2,5/IT9) – это операции, связанные с фрезерованием паза. Обязательной термической обработкой. 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 исполнительной поверхности.

Для плоской поверхности 35 (R_a2,5/IT9) – это операции, связанные с фрезерованием паза. Обязательной термической обработкой. 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 исполнительной поверхности.

Теперь необходимо занести все данные в таблицу 4 методов обработки поверхностей.

Таблица 4 – Методы обработки поверхностей.

Количество переходов	Метод обработки	Обрабатываемые поверхности	Номер операции	Код и наименование операции
1	Фрезерование	1, 23, 24, 7	05	4110 Токарная
1	Точение черновое	14, 5, 12, 4, 11, 3, 10, 2	10	4110 Токарная
1	Точение черновое	9	15	4110 Токарная
1	Точение чистовое	14, 5, 12, 4, 11, 3, 10, 2	20	4110 Токарная
1	Точение чистовое	9	25	0101 Разметка
2	Сверление	17, 18	30	4110 Токарная
1	Фрезерование	19, 20	35	4260 фрезерная
1	Зубофрезерование	9 (9_1, 9_2, 9_3)	40	4153 Зубофрезерная
1	Сверление	8	45	4210 Сверлильная
3	Нормализация, Цементация, Закалка	Все, кроме 17 и18	50	ТО
1	Центрошлифование	23	55	4143 Центрошлифовальная
1	Шлифование предварительное	14, 5, 12, 4, 11, 3, 10, 2	60	4131 Торцекруглошлифовальная
1	Зубошлифование	9 (9_1, 9_2, 9_3)	65	4151 Зубошлифовальная
1	Шлифование чистовое	14, 5, 12, 4, 11, 3, 10, 2	70	4131 Круглошлифовальная
1	Мойка		75	ТО
1	Контроль		80	Контрольная
1	Оксидирование		85	7141 Гальваническая

Таким образом, вал – 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

Данные по выбору средств технологического оснащения (СТО) приведены в таблице 5.

«Таблица 5 – Выбор СТО

№ наименование операции	Наименование и модель оборудования	Наименование приспособления	Наименование режущего инструмента	Наименование контрольно-измерительного средства
005 Центровочно-подрезная	Центровочно-подрезной полуавтомат 2А923	Приспособление специальное	Сверло центровочное диаметр 4; Резец-вставка проходной упорный Т15К6	Штангенциркуль ШЦ-I
010 Токарная	Токарно-винторезный станок с ЧПУ OPTIturn TH 5620D	Патрон трехкулачновый самоцентрирующий с механическим приводом	Резец-вставка проходной упорный Т15К6;	Штангенциркуль ШЦ-I
015 Токарная	Токарно-винторезный станок с ЧПУ OPTIturn TH 5620D	Патрон трехкулачновый самоцентрирующий с механическим приводом	Резец-вставка проходной упорный Т15К6;	Штангенциркуль ШЦ-I» [14]

«Продолжение таблицы 5

№ наименование операции	Наименование и модель оборудования	Наименование приспособления	Наименование режущего инструмента	Наименование контрольно-измерительного средства
020 Токарная	Токарно-винторезный станок с ЧПУ OPTIturn TH 5620D	Патрон трехкулачковый самоцентрирующий с механическим приводом	Резец-вставка проходной упорный Т15К6;	Штангенциркуль ШЦ-I
025 Токарная	Токарно-винторезный станок с ЧПУ OPTIturn TH 5620D	Патрон трехкулачковый самоцентрирующий с механическим приводом	Резец-вставка проходной упорный Т15К6;	Штангенциркуль ШЦ-I
030 Шлифовальная	Торцекруглошлифовальный станок FANUC LWT	Патрон трехкулачковый самоцентрирующий с механическим приводом	Круг шлифовальный 3-100×80×25 91AF90L7B	Микрометр МК-50
035 Шлифовальная	Торцекруглошлифовальный станок FANUC LWT	Патрон трехкулачковый самоцентрирующий с механическим приводом	Круг шлифовальный 3-100×80×25 91AF90L7B	Микрометр МК-50
040 Фрезерная	Фрезерный станок FANUC	Приспособление специальное	Фреза концевая диаметр 6	Штангенциркуль ШЦ-I
045 Зубофрезерная	Зубофрезерный станок FANUC	Приспособление специальное	Фреза червячная	Штангенциркуль ШЦ-I
050 Зубошевенговальная	Зубошевенговальный станок FANUC	Приспособление специальное	Шевер	Штангенциркуль ШЦ-I
075 Центошлифовальная	Центрошлифовальный станок FANUC LWT	Приспособление специальное	Круг шлифовальный специальный	Штангенциркуль ШЦ-I
080 Шлифовальная	Торцекруглошлифовальный станок FANUC LWT	Патрон трехкулачковый самоцентрирующий с механическим приводом	Круг шлифовальный 3-100×80×25 91AF90L7B	Микрометр МК-50
085 Шлифовальная	Торцекруглошлифовальный станок FANUC LWT	Патрон трехкулачковый самоцентрирующий с механическим приводом	Круг шлифовальный 3-100×80×25 91AF90L7B	Микрометр МК-50» [14]

2.5 Разработка технологических операций

В этом разделе важно разработать технологический процесс изготовления вала. 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.

«Нормы времени на выполнение операций определим при помощи онлайн калькулятора «Sandvik Coromant», а полученные данные представим в виде таблицы 6.» [17], [18].

«Таблица 6 – Нормы времени

Номер операции	Наименование операции	Основное время T_o, на операц.,мин	Значения коэффициента φ	Штучно-калькуляционное время $T_{штк}$, мин
005	Центровочно-подрезная	0,135	2,5	0,418
010	Токарная	1,1	2,14	2,4
015	Токарная	1,2	2,14	2,6
020	Токарная	0,168	2,14	0,485
025	Токарная	0,42	2,14	0,84
030	Шлифовальная	0,5	2,1	1
035	Шлифовальная	0,4	2,1	0,8
040	Фрезерная	0,8	2,7	1,7
045	Зубофрезерная	2,5	2,7	2,935
050	Зубошевенговальная	2,2	2,7	2,45
075	Центошлифовальная	0,2	2,1	0,42» [24]

«Продолжение таблицы 6

Номер операции	Наименование операции	Основное время T_o, на операц.,мин	Значения коэффициента φ	Штучно-калькуляционное время $T_{штк}$, мин
080	Шлифовальная	0,25	2,1	0,5
085	Шлифовальная	0,15	2,1	0,35» [24]

«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

В технологической документации схема установки заготовки в приспособлении может быть задана одним из трех способов:

а) при помощи теоретической схемы базирования на операцию согласно ГОСТ 21495-82;

б) при помощи схемы с графическим изображением опор, зажимов, установочных элементов по ГОСТ3.1107-81;

в) при помощи графического изображения элементов приспособления.

Теоретическая схема базирования рассмотрена ниже на рисунке 2.

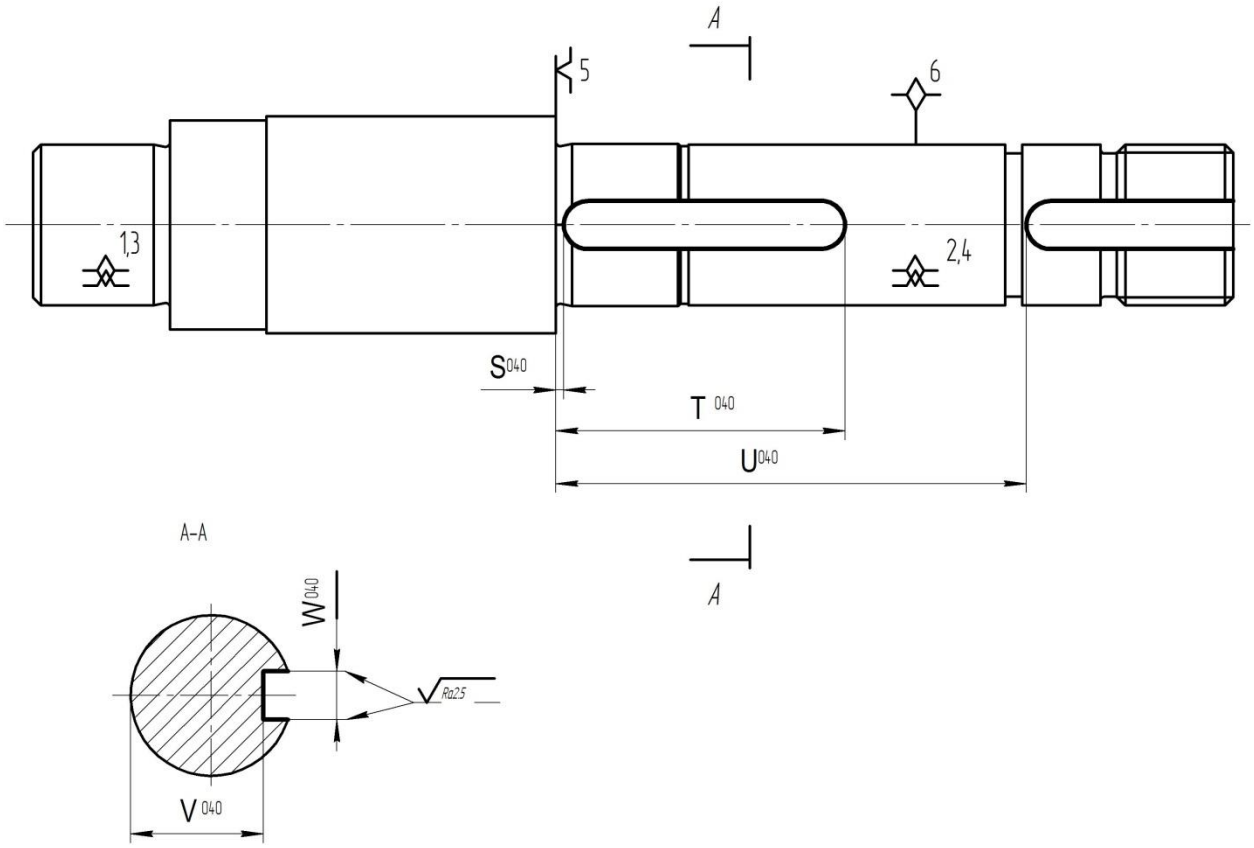


Рисунок 2 – Операция 040

Расчет усилия зажима патрона и его основных параметров представим ниже в таблицах 7 и 8.

«Таблица 7 – Определение усилия зажима

Расчетная зависимость	По оси X	По оси Y	По оси Z
Момент резания	$M_P^I = \frac{P_x \cdot D_1}{2}$	$M_P^{II} = P_У \cdot l^I$	$M_P^I = \frac{P_Z \cdot D_1}{2}$
Момент закрепления	$M_З^I = \frac{W \cdot f \cdot D_2}{2}$	$M_З^{II} = \frac{2}{3} \cdot W^{II} \cdot f \cdot D_2$	$M_З^I = \frac{W \cdot f \cdot D_2}{2}$
Коэффициент запаса	2,5	2,5	2,5
Сила зажима	$W^I{}_z = \frac{K \cdot P_z \cdot D_1}{f \cdot D_2}$	$W_З^{II} = \frac{3 \cdot K \cdot P_У \cdot l^I}{2 \cdot f \cdot D_2}$	$W^I{}_z = \frac{K \cdot P_z \cdot D_1}{f \cdot D_2}$
Расчет силы зажима по осям	$W_z = \frac{2{,}5 \cdot 423 \cdot 20}{0{,}3 \cdot 12}$ =334 Н	$W_З^{II} = \frac{3 \cdot 2.5 \cdot 785 \cdot 130 \cdot 0{,}66}{2 \cdot 0.3 \cdot 12}$ =720 Н	$W_z = \frac{2{,}5 \cdot 1312 \cdot 20}{0{,}3 \cdot 12}$ =1270 Н
Корректировка силы зажима	$W_1 = \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot (L_к / H_к)}$; $W_1 = \frac{770}{1 - 3 \cdot 0{,}1 \cdot (40/60)} = 805\ H$ » [2]		

«Таблица 8 – Основные параметры привода приспособления

Параметр	Расчетная зависимость	Расчет
Передаточное отношение	$i_{с.кл.} = \frac{1}{tg(\alpha + \varphi) + tg\varphi_1}$	$i_{с.кл.} = \frac{1}{tg(15+6) + tg6} = 2{,}3$
Усилие привода	$Q = W_1 / i_C$	Q=805/2,3=350 Н.
Диаметр поршня, мм	$D = 1{,}13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}$	$D = 1{,}13 \cdot \sqrt{\frac{350}{0{,}4 \cdot 0{,}9}} = 11{,}4 мм$
Значение диаметра поршня, мм	-	10 (для пневматического привода)
Погрешность установки	$\varepsilon_y = \frac{\omega A_\Delta}{2} = 0{,}5\sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + ... + \Delta_5^2}$	$\varepsilon_y = 0{,}5\sqrt{0{,}02^2 + 0{,}01^2 + 0{,}02^2 + 0{,}01^2 + 0{,}025^2} = 0{,}015 мм$ » [19]

Чертеж приспособления представлен в графической части, общий вид показан ниже на рисунке 3.

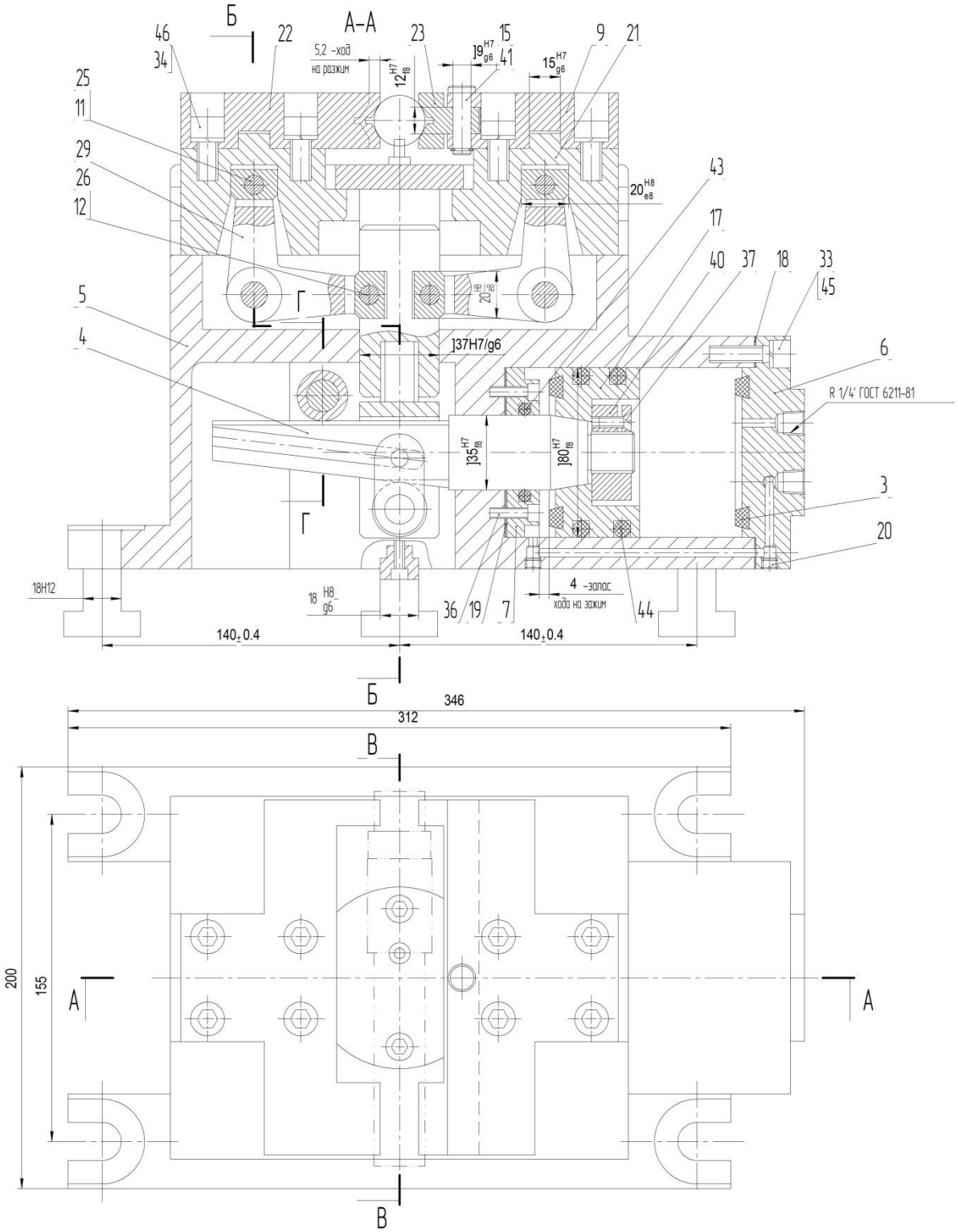


Рисунок 3 – Приспособление специальное

В приложении «В» данной работы приставлена спецификация на приспособление.

3.2 Проектирование контрольного приспособления

Для контроля радиального биения делительного диаметра применяем биениемер.

Т. к. биение необходимо измерить относительно базового отверстия, то для закрепления вала-шестерни в контрольном приспособлении применяем упорный (ГОСТ 13214-67) и плавающий (подпружиненный) центры.

Приспособление, рисунок 4, предназначено для измерения радиального биения на диаметрах поверхностей 11 и 12 вала-шестерни относительно базового отверстия.

Приспособление содержит основание 8, упорный центр 1, плавающий центр 1 и измерительную головку 3 - ИПП874.

Центра закреплены на стойках 5 и 7, которые в свою очередь, крепятся на основании винтами 12. Центр 1 устанавливается в переднюю бабку 4.

По направляющей Т1 основания перемещаются передняя бабка 4 с упорным центром 1, задняя бабка 6 с установленным в ней плавающим центром 2 смонтированным на стойке 7.

Измерительная головка 3, в свою очередь, двигается по параллельной направляющей Т2.

На нижней стороне основания располагаются опорные штыри 16, соединяемые с основанием болтами 14.

Приспособление работает следующим образом.

Вал-шестерню устанавливают точно на упорный центр 1 и поджимают плавающим центром 2. Центр с валом должен свободно от руки поворачиваться рукояткой 10, при этом необходимо следить за тем, чтобы не было качки.

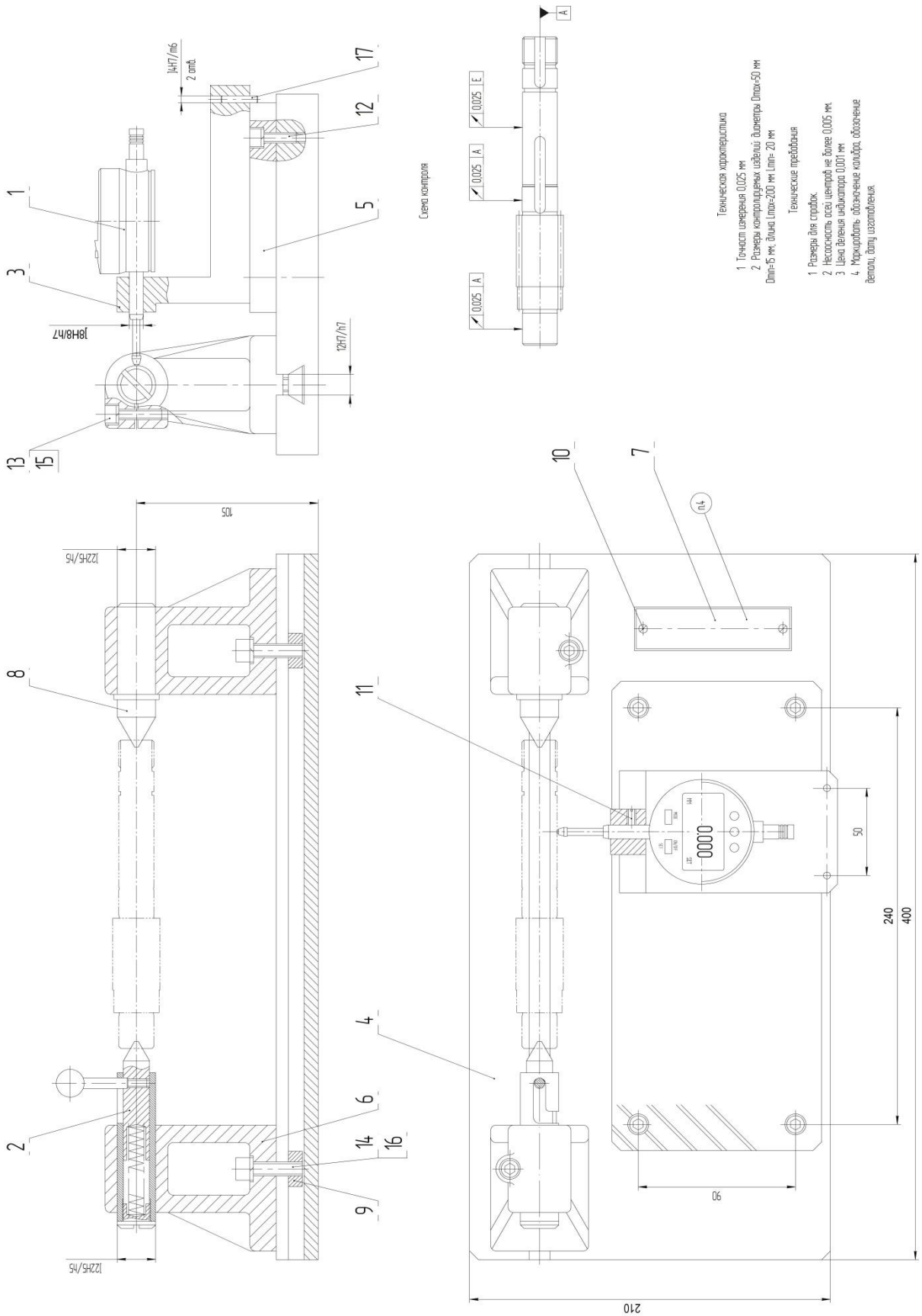


Рисунок 4 – Общий вид контрольного приспособления

Наконечник 15 с шариком занимает определенное радиальное положение, которое фиксируется чувствительной головкой.

Наибольшее колебание показаний чувствительной головки при расположении наконечника во всех впадинах вала характеризует величину биения.

На этом расчёт и проектирование станочного и контрольного приспособления заканчивается. Здесь были произведены все необходимые расчёты и вычисления для определения всех основных параметров и размеров, которые должны быть использованы при проектировании и конструировании чертежа специального приспособления, а также выбранного нами привода.

Таким образом, в данном разделе спроектированы станочное и контрольное приспособление, более подробно их конструкции представлены в графической части, а спецификации в приложении В настоящей работы.

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 вал.

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 подготове 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.

Про анализируя эти факторы, можно разработать способы, направленные на их устранение.

Теперь рассмотрим таблицу 9 вредных производственных факторов:

Таблица 9 – 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 распираторов 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 распиратора 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 распиратора для защиты органов дыхания. 5) Ношение наушников, предохраняющих от шума.
Балансировка	1)Высокий уровень шума при операции балансировки. 2)Неправильное закрепление вала 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 вала. 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 10.

Таблица 10 – 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)Загрязение земли продуктами нефтепереработки, 2)Истощение естественного плодородия почв.	1) Уничтожение морских и речных организмов. 2) Ухудшение качества воды.
Стружка удалённого металла	-	1) Загрязение 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 вала-шестерни 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 вала. Добиться высоких показателей качества, снизить себестоимость детали, а также минимизировать расходы на обработку и изготовление вала.

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 вала. Этот метод состоит из нескольких пунктов:

- заводская себестоимость;
- цеховая себестоимость;
- технологическая себестоимость;
- полная себестоимость;

По итогам расчётов и вычислений, была определена полная себестоимость продукции, которая равняется 361,61 рублей.

Далее у нас идёт следующий показатель, который носит название метода капитальных вложений в технологический процесс по изготовлению детали вала. 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 2081666 рублей.

Теперь, когда все расходы на производство у нас определены, можно приступать 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, на сколько 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 11, где можно просмотреть все получившееся значения:

Таблица 11 – Экономические показатели производства

	Чистая прибыль, руб	Индекс доходности, руб	Чистый дисконтируемый доход, руб	Срок окупаемости, лет
Обозначение показателя	ЧП	ИД	ЧДД	$Т_{ок}$
Результат	766930	1,43	349398	4

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

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 вала. 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 вала.

Третий этап – проектирование станочного приспособления. Здесь нужно произвести расчёт зажимного приспособления, которое используется для захвата вала 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 вала 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 Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для вузов. / А.Ф.Горбацевич, 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.: Стандартинформ, 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 процес-сов 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 practicle 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.

Приложение А

Маршрутная карта

Таблица А.1 – Маршрутная карта

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Дубл.
Взам.
Подл.

Разраб. Литвинов
Пров. Воронов
Н. Контр. Воронов
Утв. Логинов

ТГУ

Вал

М01 Сталь 40ХГНМ ГОСТ 4543-71

М02 -	Код	НВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код.загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ
		260	0,54	1		0,88	24			0,71

А	цех	уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.
01	010 3720 Токарная															
02	123120ХХХ Токарный станок с ЧПУ FANUC LT															
03	3996171ХХХ-патрон трехкулачковый самоцентрирующий ; 4278820ХХХ-центр ; 395746ХХХ- Резец вставка для контурного точения с															
04	механическим креплением пластины φ=93⁰, 25×25, Т15К6; 453120ХХХ - штанг енцирку ль ШЦ – III – 250 – 0,1 ГОСТ 166-80															
05	015 3720 Токарная															
06	123120ХХХ Токарный станок с ЧПУ FANUC LT															
07	3996171ХХХ-патрон трехкулачковый самоцентрирующий ; 4278820ХХХ-центр ; 395746ХХХ- Резец вставка для контурного точения с															
08	механическим креплением пластины φ=93⁰, 25×25, Т15К6; 453120ХХХ - штанг енцирку ль ШЦ – III – 250 – 0,1 ГОСТ 166-80															
09	020 3720 Токарная															
10	3996171ХХХ-патрон трехкулачковый самоцентрирующий ; 4278820ХХХ-центр ; 395746ХХХ- Резец вставка для контурного точения с															
11	механическим креплением пластины φ=93⁰, 25×25, Т15К6; 453120ХХХ - Микрометр МК-50															
12	025 Шлифовальная															
13	123120ХХХ Шлифовальный станок FANUC															
14	Патрон трехкулачковый самоцентрирующий с механическим приводом Круг шлифовальный 1-300×180×25 91AF90L7B															
МК																

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Дубл.
Взам.
Подп.

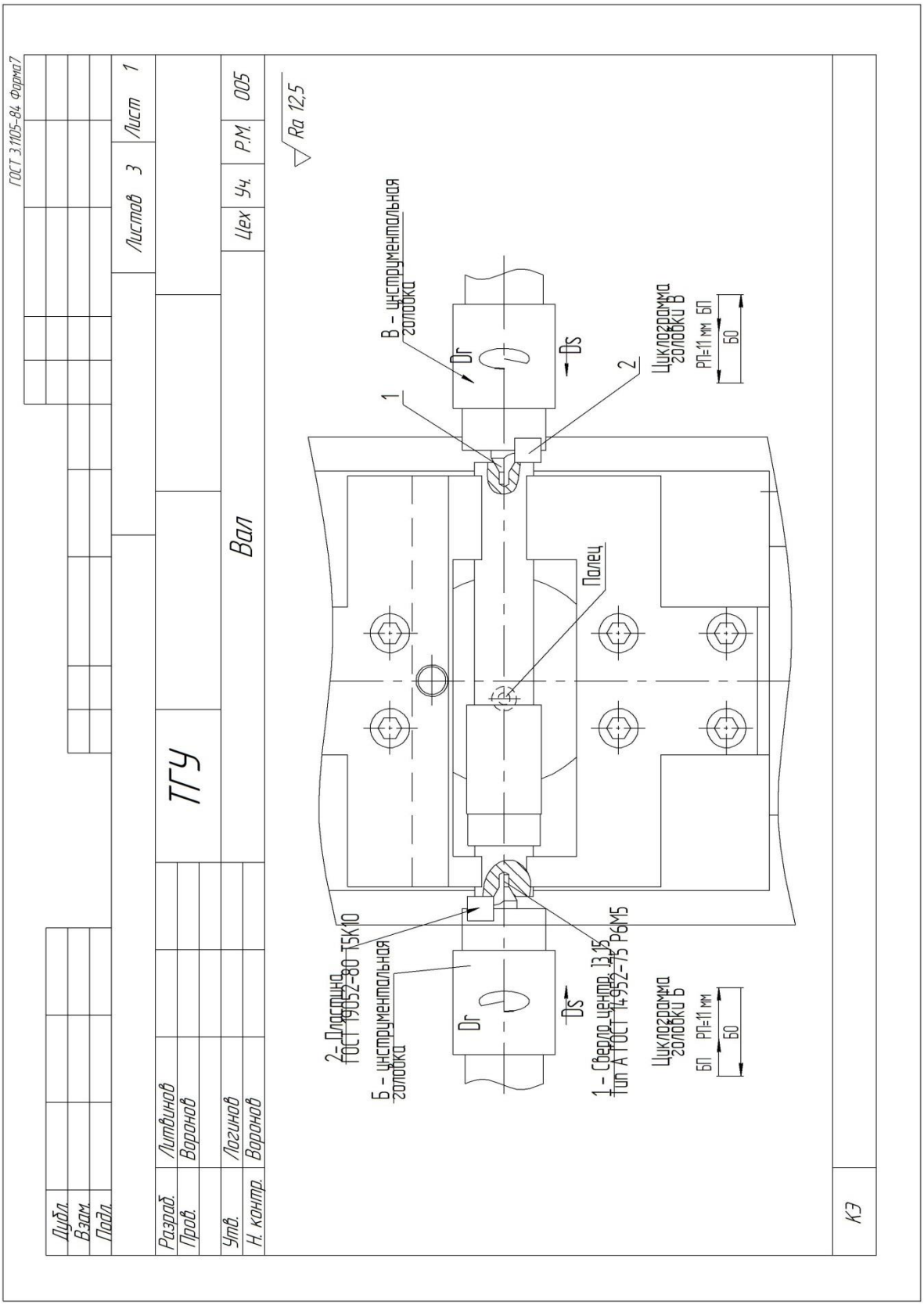
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.
15	Микрометр МК-50															
16	030 Шлифовальная															
17	123120XXX Шлифовальный станок FANUC															
18	Патрон трехкулачковый самоцентрирующий с механическим приводом Круг шлифовальный 1-300×180×25 91AF90L7B															
19	Микрометр МК-50															
20	035 Фрезерная															
21	Фрезерный станок FANUC															
22	Приспособление специальное, Фреза,Штангенциркуль ШЦ-I															
23	040 Фрезерная															
24	Фрезерный станок FANUC															
25	Приспособление специальное, Фреза,Штангенциркуль ШЦ-I															
26	070 Шлифовальная															
27	123120XXX Шлифовальный станок FANUC															
28	Патрон поводковый Круг шлифовальный 1-300×180×25 91AF90L7B Микрометр МК-50															
29	075 Шлифовальная															
30	123120XXX Шлифовальный станок FANUC															
31	Патрон поводковый Круг шлифовальный 1-300×180×25 91AF90L7B Микрометр МК-50															
32																

МК

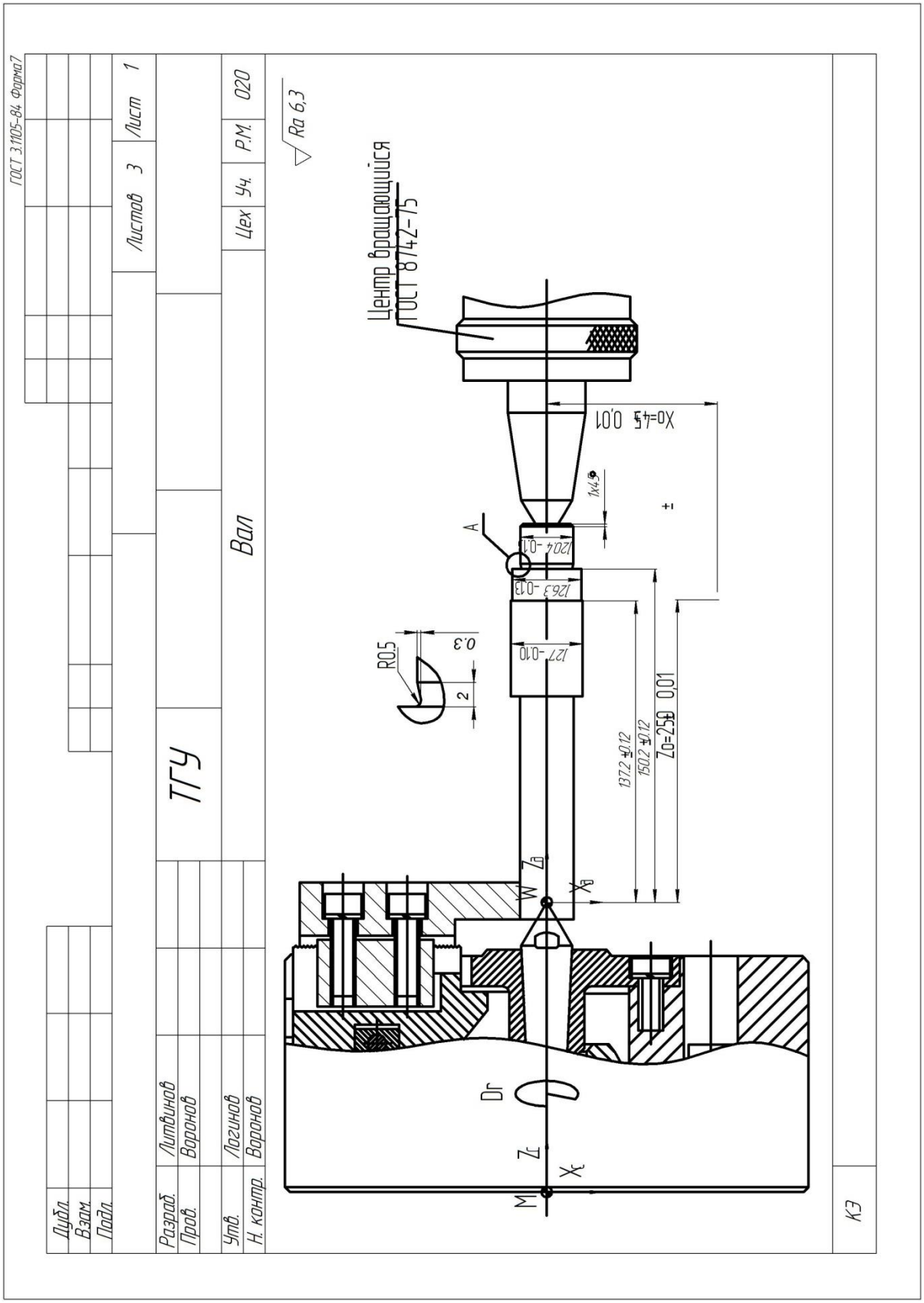
Приложение Б

Операционные карты

Таблица Б.1 – Операционные карты

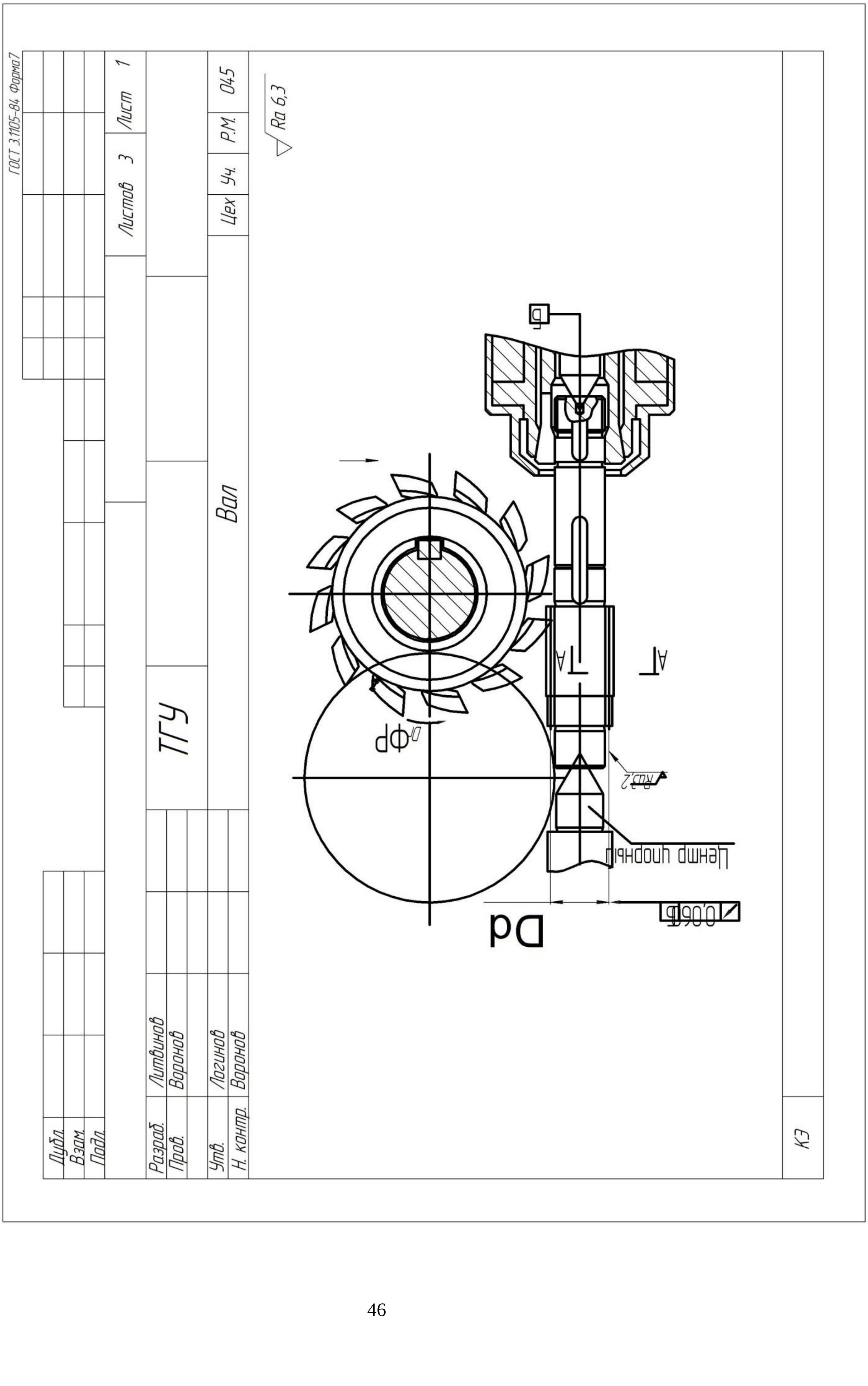


Продолжение таблицы Б.1



Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1



Приложение В

Спецификация

Таблица В.1 – Спецификация

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
А1				Сборочный чертеж		
				Детали		
А1		1		Корпус патрона	1	
А4		2		Подкулачок	3	
44		3		Сухарь	3	
А4		5		Кулачок сменный	3	
А3		6		Втулка-клин	1	
А3		7		Втулка	1	
А4		8		Винт специальный	1	
А4		9		Втулка	1	
А4		11		Втулка	1	
А4		15		Штырь	3	
А4		18		Штифт специальный	3	
А1		27		Корпус гидроцилиндра	1	
А3		29		Крышка	1	
А3		31		Шток	1	
А4		33		Втулка	1	
А3		34		Крышка	1	
А3		35		Поршень	1	

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Литвинов		
Пров.		Воронов		
Н.контр.		Воронов		
Утв.		Логинов		

Патрон

Лит.	Лист	Листов
	1	2

ТГУ ТМбп-2001ас

Копировал Формат А4

Продолжение таблицы В.1

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Стандартные изделия		
		4		Винт М5-6g×50,22 ГОСТ 1479-93		
		10		Пружина 7012- 2011 ГОСТ 13165-67	1	
		12		Винт М4-6g×10 ГОСТ 1479-93	1	
		13		Пробка М10-6g×17,45	3	
		14		Пружина 7012- 2011 ГОСТ 13165-67	3	
		16		Винт М3-6g×20 ГОСТ11738-84	3	
		17		БолтМ7×1,5-6g ГОСТ3033-79	3	
		19		Пружина 7039- 2011 ГОСТ 13165-67	3	
		20		Шайба Н.22.01.05 ГОСТ11872-89	3	
		21		Кольцо опорное 30 МН 5654-76	1	
		22		Кольцо 018-023-25 ГОСТ9833-73	2	
		23		Кольцо 056-061-30 ГОСТ9833-73	3	
		24		Кольцо 059-063-46 ГОСТ9833-73	3	
		25		Кольцо 056-066-58 ГОСТ9833-73	2	
		26		Подшипник 3108 ГОСТ 12941-76	2	
		32		Винт М6-6g×15ГОСТ 1479-93	1	

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата

Лист 2

Копировал Формат А4

Продолжение таблицы В.1

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документация		
А2				Сборочный чертеж		
				Детали		
Б4				Державка 20×20	1	
А4		2		Пластина	1	
А4		3		Винт специальный	1	
А4		4		Ролик	1	
А4		8		Винт специальный	1	
				Стандартные изделия		
		1		Шайба 7019-0392 ГОСТ 13438-68	1	
		2		Гайка М8 ГОСТ 5929-70	1	
		3		Винт М8 х 25 ГОСТ 11074-93	1	

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Литвинов		
Пров.		Воронов		
Н.контр.		Воронов		
Утв.		Логинов		

Резец

Лит.	Лист	Листов
		1

ТГУ ТМбп-2001ас

Копировал Формат А4