

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

Институт машиностроения  
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»  
(наименование)

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

Проектирование технологических процессов  
(направленность (профиль)/ специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления вала промежуточного редуктора  
общего назначения

Студент	<u>А.М. Пермяков</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент Д.Ю. Воронов</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	_____	
Консультанты	<u>к.э.н. Н.В. Зубкова</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	_____	
	<u>к.т.н., доцент А.В. Краснов</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	_____	

Тольятти 2020

## Аннотация

Технологический процесс изготовления вала промежуточного редуктора общего назначения. Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2020.

В бакалаврской работе представлена технология изготовления вала промежуточного редуктора общего назначения для условий среднесерийного производства.

Ключевые слова: деталь, заготовка, план обработки, технологическое оснащение, режимы резания, люнет, режущие пластины, безопасность и экологичность проекта, экономическая эффективность.

При выполнении бакалаврской работы получены следующие результаты:

- проанализированы исходные данные для проектирования техпроцесса детали;
- разработан технологический процесс;
- разработано приспособление – самоцентрирующий люнет;
- разработан специальный инструмент на базе литературных исследований;
- исследованы мероприятия по безопасности и экологичности проекта;
- исследована величина экономической эффективности разработанной технологии.

Бакалаврская работа содержит пояснительную записку в размере 55 страниц, содержащую 21 таблицу, 7 рисунков, и графическую часть, содержащую 6 листов.

## Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных .....	5
1.1 Служебное назначение детали.....	5
1.2 Классификация поверхностей детали.....	6
1.3 Технологичность детали.....	8
1.4 Задачи работы.....	9
2 Разработка технологической части работы.....	10
2.1 Выбор типа производства.....	10
2.2 Выбор типа производства и его стратегии .....	11
2.3 Разработка ТП изготовления детали.....	12
2.4 Выбор средств технического оснащения.....	14
2.5 Разработка технологических операций .....	16
3 Проектирование приспособления и специального инструмента .....	18
3.1 Расчет и проектирование станочного приспособления .....	18
3.2 Совершенствование инструмента .....	21
4. Безопасность и экологичность технического объекта.....	36
4.1 Характеристики рассматриваемого технического объекта.....	36
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	36
4.3 Методы и средства снижения рисков.....	37
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	38
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	39
4.6 Заключение по разделу.....	40
5 Экономическая эффективность работы.....	41
Заключение. ....	46
Список используемых источников.....	47
Приложение А Маршрутная карта.....	50
Приложение Б Операционные карты.....	52
Приложение В Спецификация.....	55

## Введение

В современном народном хозяйстве применяется огромное количество силовых механизмов. Они находят применения во всех сферах реальной экономической деятельности. Типичными представителями таких механизмов являются редуктора различных типов.

Основными частями редуктора, определяющими качество, надежность и точность их работы являются узлы – валы в сборе. Данные узлы основным своим элементом имеют деталь – «Вал». От качества его изготовления зависит работа всего механизма в целом.

Поэтому тема данной бакалаврской работы является актуальной, а работы направленные на решение данных проблем являются необходимыми для развития современного машиностроения в тренде мирового развития.

Тогда, цель бакалаврской работы может быть сформулирована следующим образом: разработка технологического процесса (ТП) изготовления вала промежуточного редуктора общего назначения с минимальной себестоимостью.

Для достижения данной цели необходимо решить ряд проектных и технических задач, которые сформулированы в первом разделе бакалаврской работы.

В ходе выполнения данных задач будут сформированы последующие разделы бакалаврской работы, а следовательно будет достигнута и поставленная цель работы.

## 1 Анализ исходных данных

### 1.1 Служебное назначение детали

Деталь вал промежуточный является частью редуктора общего назначения. Вал промежуточный предназначен для передачи крутящего момента от быстроходного вала к тихоходному.

Вал работает в условиях действия радиальной сосредоточенной знакопеременной нагрузки и крутящего момента со стороны быстроходного вала. Вал испытывает действие изгибающего усилия, контактного давления и сил трения. Общий вид редуктора показан на рисунке 1.

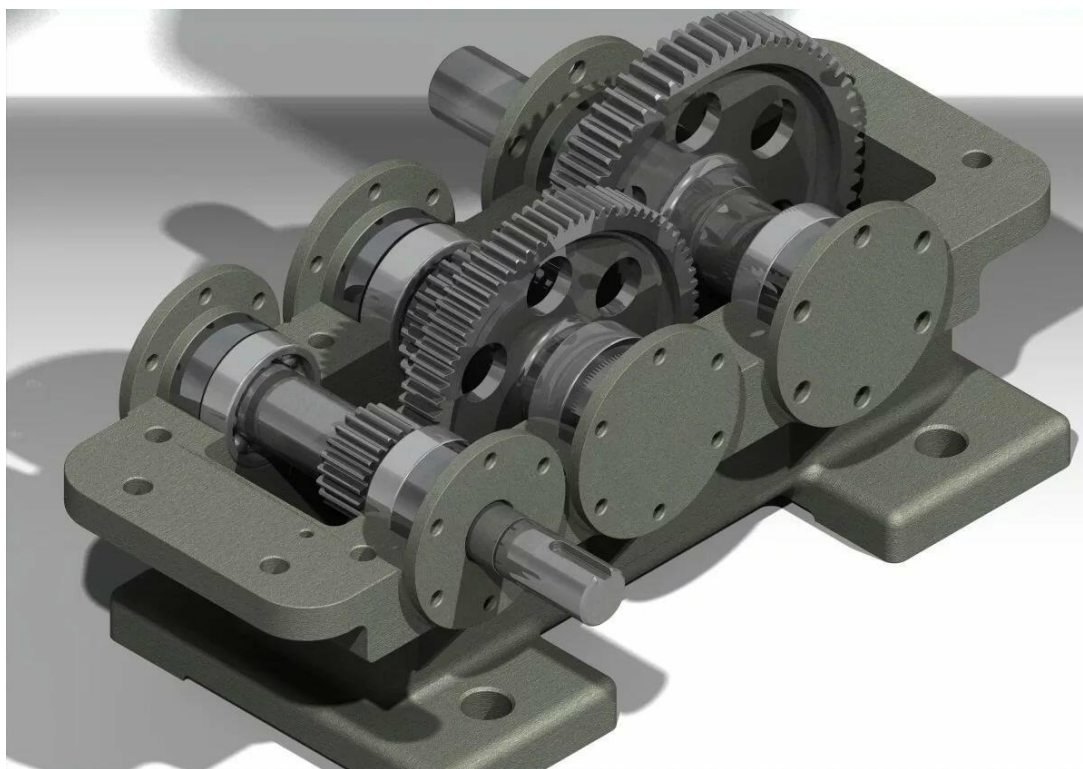


Рисунок 1 – Общий вид редуктора

Материал детали - «Вал промежуточный» - Сталь 40Х ГОСТ4543-71, позволяет обеспечить работоспособность детали, с наименьшими затратами на материал. Данные о параметрах материала приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Параметры материала детали – Сталь 40Х

Наименование параметра	Единица измерения параметра	Значение параметра
Предел прочности при растяжении	кгс/мм <sup>2</sup>	98
Предел прочности при изгибе	кгс/мм <sup>2</sup>	58
Плотность материала	Мг/м <sup>3</sup>	7,85
Обрабатываемость	-	высокая
Твердость	НВ	167-200
Условный предел текучести	кгс/мм <sup>2</sup>	78
Коэффициент ударной вязкости	кДж/м <sup>2</sup>	59

Таблица 1.2 – Химический состав – Сталь 40Х

Наименование элемента	Единица измерения	Значение
Углерод	%	около 0,36-0,44
Марганец	%	около 0,5-0,8
Кремний	%	около 0,17-0,37
Никель	%	около 0,3
Фосфор	%	около 0,035
Медь	%	около 0,3
Хром	%	около 0,8-1,1
Железо	%	остальное

## 1.2 Классификация поверхностей детали

Основываясь на общем виде детали с нумерацией поверхностей, приведенном на рисунке 2, расклассифицируем все поверхности детали,

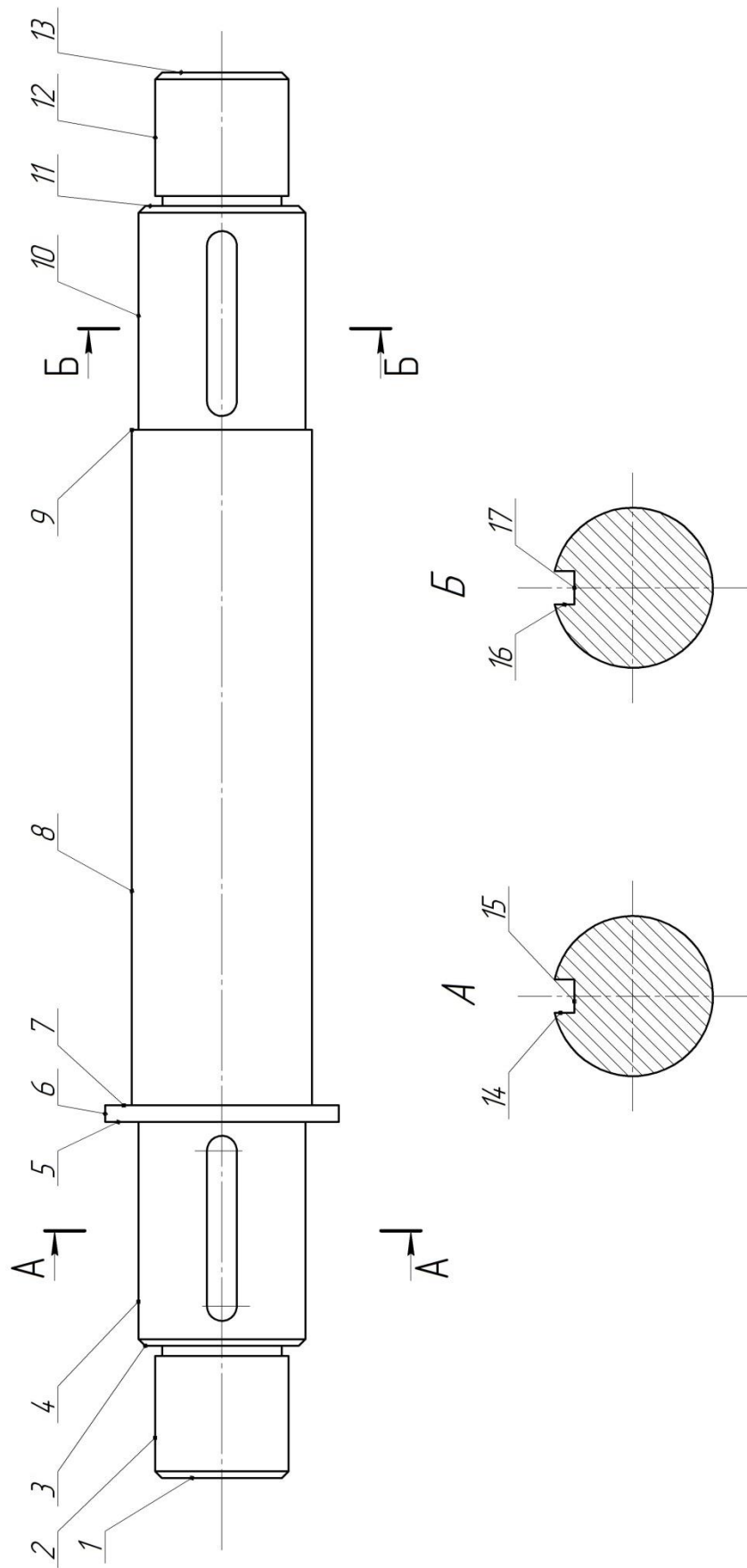


Рисунок 2 – Общий вид детали - «Вал промежуточный»

в соответствии с их служебным назначением. Данная классификация подразумевает распределение всех поверхностей по четырем характерным группам. Для удобства отображения информации представим данную классификацию в виде таблицы 3.

Таблица 3 – Классификация по служебному назначению поверхностей детали

Наименование поверхностей	Номера поверхностей
Основные конструкторские базы	2,3,11,12
Вспомогательные конструкторские базы	4,5,9,10
Исполнительные	14,16
Свободные	Остальные

### 1.3 Технологичность детали

Исследование технологичности детали будем проводить, определяя соответствующие показатели по зависимостям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели технологичности детали

Наименование показателя	Расчетная зависимость	Расчет
Коэффициент унификации	$K_{у.э.} = Q_{у.э.} / Q_{э}$	$K_{у.э.} = 13 / 17 = 0,76$
Коэффициент использования материала	$K_{и.м.} = M_{д} / M_{з}$	$K_{и.м.} = 6,5 / 12,6 = 0,52$
Коэффициент точности	$K_{тч} = 1 - 1 / T_{ср}$	$K_{тч} = 1 - (1 / 9,2) = 0,87$
Коэффициент шероховатости	$K_{ш} = 1 / Ш_{ср}$	$K_{ш} = 1 / 4 = 0,25$

Вывод: Деталь - «Вал промежуточный», изготовленная из стали 40Х, соответствует всем требованиям по технологичности, является технологичной.



## 1.4 Задачи работы

Перечень задач настоящей бакалаврской работы, формулируется исходя из цели работы, сформулированной ранее в разделе «Введение». Кроме этого цель и задачи настоящей бакалаврской работы фактически формируют ее структуру и содержание изложенной в работе информации.

Формирование данных задач должно осуществляться на принципе объединения небольших частных задач в более крупные группы по их тематике, что позволяет упорядочить процесс достижения цели работы, четко соблюдая последовательность решения данных задач. Ниже представлены данные задачи в необходимой последовательности:

- разработка чертежа детали в графической части бакалаврской работы;
- анализа исходных данных, по чертежу детали и механизма, в пояснительной записке бакалаврской работы;
- выбор заготовки и ее проектирование, в пояснительной записке бакалаврской работы;
- разработка технологического процесса, в пояснительной записке бакалаврской работы;
- разработка чертежа плана обработки в графической части бакалаврской работы;
- разработка чертежа наладки в графической части бакалаврской работы;
- проектирования приспособления и специального инструмента, в пояснительной записке бакалаврской работы;
- разработка чертежа приспособления в графической части бакалаврской работы;
- обеспечения мероприятий по охране труда, в разделе пояснительной записке бакалаврской работы;
- рассчитать экономический эффект работы.

## 2 Разработка технологической части работы

### 2.1 Выбор типа производства и его стратегии

Определение типа производства по методике, предложенной в [14], позволяет сделать это быстро, используя минимум данных. Годовая программа выпуска деталей  $N= 5000$  шт/год, масса детали  $m=6,5$  кг. Для данных приведенных выше, по таблице 4.2 [14] определяем тип производства, как среднесерийный.

Стратегия среднесерийного производства, принятая для данной детали подразумевает следующие основные характеристики:

- погрупповая расстановка оборудования;
- средняя квалификация рабочих;
- технологическая документация оформляется в виде маршрутной и операционных карт;
- припуски определяют расчетно-аналитическим и табличным методами;
- в качестве заготовки будет использоваться отливка или штамповка;
- режимы резания вычисляются по эмпирическим зависимостям;
- нормирование осуществляется по общемашиностроительным нормативам;
- тип применяемого оборудования – универсальный;
- тип применяемой оснастки – универсальный;
- тип применяемого инструмента – универсальный;
- тип применяемых средств контроля – универсальный;
- перемещение изделий между операциями – вручную, при большой массе – кран, погрузчик;
- коэффициент концентрации номенклатуры - 10-20;
- применение научных достижений – среднее.

## 2.2 Выбор метода получения заготовки

В качестве методов получения заготовки, в соответствии со стратегией, описанной в пункте 2.1, данной бакалаврской работы являются:

- штамповка;
- прокат.

Определение стоимости заготовок будем производить по методике [14]. Данные по расчету стоимости заготовок представлены в виде таблицы 5, приведенной ниже.

Таблица 5 – Расчет стоимости заготовок

Метод получения заготовки	Масса детали, кг	Масса заготовки, кг	Стоимость одного килограмма заготовки, руб.	Стоимость механической обработки, руб.	Стоимость одного килограмма отходов, руб.	Технологическая себестоимость изготовления заготовки, руб.
штамповка	6,5	10,4	77	6,8	1,4	520
прокат	6,5	12,6	50	8,12	1,4	511

Анализирую данные, представленные в таблице 5, можно сделать вывод о том, что в качестве метода получения заготовки для данной детали предпочтительнее всего выбрать метод прокатки, как более дешевый.

Тогда, условная годовая экономия будет определяться по формуле (1):

$$\mathcal{E} = (C_{T_1} - C_{T_2}) \cdot N \quad (1)$$

где  $C_{T_1}$ ,  $C_{T_2}$  – технологические себестоимости изготовления заготовки для прокатки и штамповки соответственно, руб.;

$N$  – годовая программа выпуска заготовок, шт./год.

Подставим требуемые данные в формулу (1):

$$\Delta = (C_{T_2} - C_{T_1}) \cdot N = (520 - 511) \cdot 5000 = 45000 \text{ руб.}$$

Таким образом, применение в качестве метода получения заготовки – прокаткой, позволяет получить условную годовую экономию в размере – 45000 рублей.

### 2.3 Разработка ТП изготовления детали

Разработку технологического процесса изготовления детали - «Вал» будем производить в два этапа. На первом этапе, разработаем маршрут обработки отдельных поверхностей детали - «Вал», данные по разработке данного маршрута приведем ниже в таблице 6.

Таблица 6 - Технологический маршрут изготовления поверхностей детали - «Вал»

№ пов.	Шероховатость $R_a$ , мкм	Квалитет точности	Вид поверхности	Последовательность обработки
1	12,5	14	Плоская	Прокатка-Точение черновое-Термообработка
2	1,6	6	Цилиндрическая	Прокатка-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка-Шлифование-Шлифование чистовое
3	2,5	7	Плоская	Прокатка-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка-Шлифование
4	1,6	6	Цилиндрическая	Прокатка-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка-Шлифование-Шлифование чистовое
5	2,5	7	Плоская	Прокатка-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка-Шлифование
6	12,5	14	Цилиндрическая	Прокатка-Точение черновое-Термообработка
7	12,5	14	Плоская	Прокатка-Точение черновое-Термообработка
8	12,5	14	Цилиндрическая	Прокатка-Точение черновое-Термообработка

Продолжение таблицы 6

№ пов.	Шероховатость $R_a$ , мкм	Квалитет точности	Вид поверхности	Последовательность обработки
9	2,5	7	Плоская	Прокатка-Точение черновое- Точение чистовое- Термообработка-Шлифование
10	1,6	6	Цилиндрическая	Прокатка-Точение черновое- Точение чистовое- Термообработка-Шлифование- Шлифование чистовое
11	2,5	7	Плоская	
12	1,6	6	Цилиндрическая	Прокатка-Точение черновое- Точение чистовое- Термообработка-Шлифование- Шлифование чистовое
13	12,5	14	Плоская	Прокатка-Точение черновое- Термообработка
14	3,2	9	Плоская	Прокатка-Фрезерование- Термообработка
15	3,2	9	Плоская	Прокатка-Фрезерование- Термообработка
16	3,2	9	Плоская	Прокатка-Фрезерование- Термообработка
17	3,2	9	Плоская	Прокатка-Фрезерование- Термообработка

Используя данные, по обработке отдельных поверхностей, представленные выше в таблице 6, можно перейти ко второму этапу разработки технологического процесса. Для систематизации и упорядочения сведений второй этап разработки технологического процесса представим в виде таблицы 7.

Таблица 7 - Технологический процесс изготовления детали - «Вал»

№ операции	Номер перехода	Шероховатость $R_a$ , мкм	Квалитет точности	Номера обрабатываемых поверхностей	Наименование операции
000	-	80	14	все	Заготовительная
010	1	12,5	12	7,8,9,10,11,12,13	Токарная
	2	6,3	9	9,10,11,12	
020	1	12,5	12	1,2,3,4,5,6	Токарная
	2	6,3	9	2,3,4,5	
030	-	3,2	9	14,15,16,17	Фрезерная
040	-	-	-	все	Термическая

## Продолжение таблицы 7

№ операции	Номер перехода	Шероховатость $R_a$ , мкм	Квалитет точности	Номера обрабатываемых поверхностей	Наименование операции
050	-	2,5	7	2,3,4,5	Шлифовальная
060	-	2,5	7	9,10,11,12	Шлифовальная
070	-	1,6	6	2,4	Шлифовальная
080	-	1,6	6	10,12	Шлифовальная
090	-	-	-	все	Моечная
100	-	-	-	все	Контрольная

Данные по разработке технологического процесса, представленные в таблице 7, будут использованы для проектирования элементов технологического процесса, в последующих разделах бакалаврской работы. План изготовления детали представлен в графической части бакалаврской работы.

### 2.4 Выбор средств технического оснащения

В соответствии со стратегией, описанной в пункте 2.1, данной бакалаврской работы выбираем следующие типы средств технологического оснащения:

- тип применяемого оборудования – универсальный;
- тип применяемой оснастки – универсальный;
- тип применяемого инструмента – универсальный;
- тип применяемых средств контроля – универсальный.

Данные по выбору средств технологического оснащения представлены ниже в таблицах 8-11.

Таблица 8 - Выбор оборудования для изготовления детали - «Вал»

№ операции	Наименование операции	Наименование оборудования
000	Заготовительная	-
010	Токарная	Токарный станок с ЧПУ KE 63
020	Токарная	Токарный станок с ЧПУ KE 63

Продолжение таблицы 8

№ операции	Наименование операции	Наименование оборудования
030	Фрезерная	Универсальный фрезерный станок Prota FHV-50PD
040	Термическая	-
050	Шлифовальная	Шлифовальный станок Beier M1420E
060	Шлифовальная	Шлифовальный станок Beier M1420E
070	Шлифовальная	Шлифовальный станок Beier M1420E
080	Шлифовальная	Шлифовальный станок Beier M1420E
090	Моечная	Камерная моечная машина
100	Контрольная	-

Таблица 9 - Выбор оснастки для изготовления детали - «Вал»

№ операции	Наименование операции	Наименование оснастки
000	Заготовительная	-
010	Токарная	Патрон, люнет самоцентрирующий
020	Токарная	Патрон, люнет самоцентрирующий
030	Фрезерная	Приспособление специальное
040	Термическая	-
050	Шлифовальная	Патрон, люнет самоцентрирующий
060	Шлифовальная	Патрон, люнет самоцентрирующий
070	Шлифовальная	Патрон, люнет самоцентрирующий
080	Шлифовальная	Патрон, люнет самоцентрирующий
090	Моечная	-
100	Контрольная	-

Таблица 10 - Выбор инструмента для изготовления детали - «Вал»

№ операции	Наименование операции	Наименование инструмента
000	Заготовительная	-
010	Токарная	Державки QS Coro Turn Prime для точения, Пластина T15K6
020	Токарная	Державки QS Coro Turn Prime для точения, Пластина T15K6
030	Фрезерная	Фреза концевая диаметр 10 SANDVIC
040	Термическая	-
050	Шлифовальная	Круг шлифовальный сборный 3-500×80×110 24AF16LV5
060	Шлифовальная	Круг шлифовальный сборный 3-500×80×110 24AF16LV5
070	Шлифовальная	Круг шлифовальный сборный 3-500×80×110 24AF08LV5
080	Шлифовальная	Круг шлифовальный сборный 3-500×80×110 24AF08LV5
090	Моечная	-
100	Контрольная	-

Таблица 11 - Выбор средств контроля для изготовления детали - «Вал»

№ операции	Наименование операции	Наименование оснастки
000	Заготовительная	-
010	Токарная	Штангенциркуль, микрометр
020	Токарная	
030	Фрезерная	
040	Термическая	
050	Шлифовальная	Микрометр
060	Шлифовальная	
070	Шлифовальная	
080	Шлифовальная	
090	Моечная	-
100	Контрольная	-

## 2.5 Разработка технологических операций

Для удобства расчета и визуализации параметры технологических операций изготовления промежуточного вала представим в виде таблицы 12, приведенной ниже. Расчет режимов резания проведем с использованием онлайн калькулятора SANDVIC.

Таблица 12 – Режимы резания и нормы времени для технологического процесса изготовления детали - «Вал промежуточный»

№ операции	Наименование операции	№ перехода	Стойкость инструмента T, мин	Длина рабочего хода, мм	Подача S, мм/об	Число оборотов n, об/мин	Основное время T <sub>о</sub> , мин	Штучное время T <sub>шт</sub> , мин
000	Заготовительная	-	-	-	-	-	-	-
010	Токарная	1	120	727	1	250	2,9	7
		2	120	117	0,5	650	0,36	
020	Токарная	1	120	142	1	250	0,57	2
		2	120	117	0,5	650	0,36	
030	Фрезерная	-	120	65	0,3	1000	0,25	0,75
040	Термическая	-	-	-	-	-	-	-
050	Шлифовальная	-	480	5	0,1	2800	0,05	0,125
060	Шлифовальная	-	480	5	0,1	2800	0,05	0,125
070	Шлифовальная	-	480	5	0,1	2800	0,05	0,125
080	Шлифовальная	-	480	5	0,1	2800	0,05	0,125



Продолжение таблицы 12

№ операции	Наименование операции	№ перехода	Стойкость инструмента T, мин	Длина рабочего хода, мм	Подача S, мм/об	Число оборотов n, об/мин	Основное время T <sub>о</sub> , мин	Штучное время T <sub>шт</sub> , мин
090	Моечная	-	-	-	-	-	-	-
100	Контрольная	-	-	-	-	-	-	-

Чертежи технологических наладок приведены в графической части данной бакалаврской работы.

### 3 Проектирование приспособления и специального инструмента

#### 3.1 Расчет и проектирование станочного приспособления

Цель раздела – спроектировать станочное приспособление – самоцентрирующий люнет.

Станочное приспособление используется на всех операциях механической обработки ТП изготовления вала промежуточного, кроме операции 030 Фрезерная. Лимитирующей операцией по усилиям резания является шлифование поверхности 10 на операции 060 Шлифовальная.

Составляющие сил резания  $P_{y,z} = 2750$  Н,  $P_y = 1050$  Н.

При шлифовании поверхности сила  $P_z$  стремится развернуть заготовку относительно оси инструмента, создавая момент резания, определяемый по формуле (2):

$$M_{рез} = P_z \times l_{z(1)} \quad (2)$$

Повороту заготовки препятствуют сила закрепления  $W$ . Момент закрепления определяется по формуле (3):

$$M_3 = W \times l_{w''} \quad (3)$$

Приравнивая момент закрепления и момент резания, определяем величину силы зажима по формуле (4):

$$W_1'' = \frac{k \times P_z \times d_{z(1)}}{d_{w''} \times t}, \quad (4)$$

где  $k$  – коэффициент запаса,

$$k = 2 \text{ [15, стр. 41].}$$

Подставляя полученные данные в формулу (4), определяем силу закрепления:

$$W_1'' = \frac{2 \times 2750 \times 50}{40 \times 3} = 2291H$$

Действию горизонтальной силы  $P_y$  препятствует действие сил трения роликов люнета. Сила зажима определяется по формуле (5):

$$W_1' = \frac{k \times P_y}{3 \times (f + f_1)}, \quad (5)$$

где  $f$  и  $f_1$  – коэффициенты трения в контакте опор и прижимов,  
 $f = f_1 = 0,3$  [14].

Подставляя полученные данные в формулу (5), определяем силу зажима:

$$W_1' = \frac{2 \times 1050}{3 \times (0,3 + 0,3)} = 1116H$$

Для дальнейших расчетов принимаем наибольшее значение силы зажима:  $W = 2291H$ .

Для создания исходного усилия  $Q$ , используется гидропривод. В качестве альтернативного привода допускается ручной зажим при помощи динамометрического ключа с заданным усилием момента вращения. Так как передаточное отношение равно единице, то  $Q$  численно равно усилию зажима, тогда диаметр поршня будет равен 40 мм. Общий вид люнета показан ниже на рисунке 3.

Приспособление зажимное содержит корпус гидроцилиндра 1, винт 2, пружину 3, крышку 4, ролик 5. Три таких узла, расположенных в пространстве радиально, через  $120^\circ$ , закреплены в стойке люнета 6.

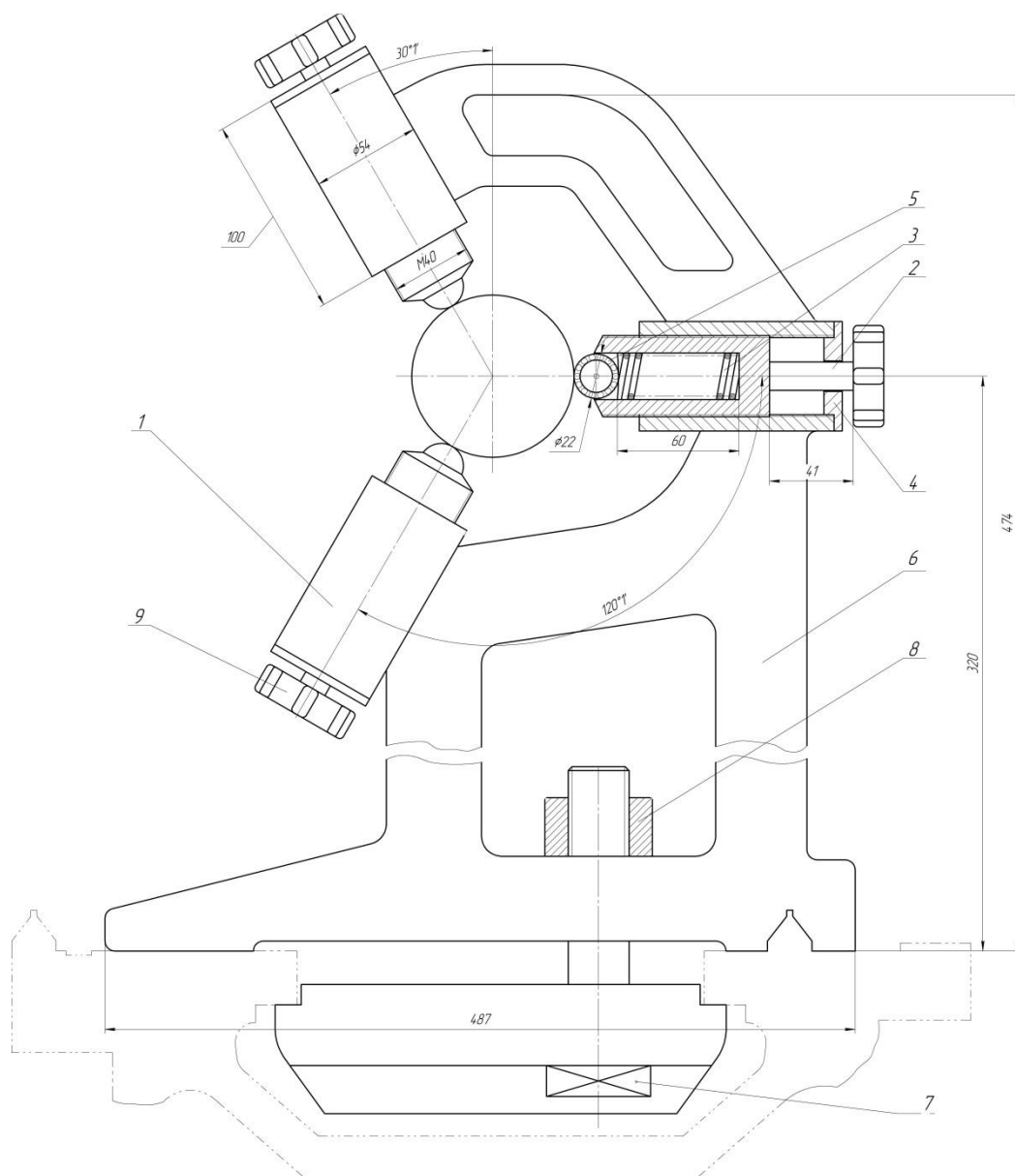


Рисунок 3 – Общий вид самоцентрирующего люнета

Чертеж зажимного приспособления представлен на соответствующем листе графической части бакалаврской работы.

### 3.2 Совершенствование инструмента

При проведении литературных исследований по совершенствованию конструкции режущей пластины для продольного точения возьмем за основу идею, изложенную в патенте РФ №2719974, авторов Махлина Д. и Чистякова С., патентообладатель - ИСКАР ЛТД.

Вследствие специальной конфигурации крепления обрабатываемого изделия станков продольного точения с ЧПУ режущие пластины для продольного точения с выступами выполняют с возможностью механической обработки только в одном боковом направлении. Описанный далее предмет настоящего изобретения обеспечивает дополнительную возможность механической обработки во втором боковом направлении. Так как обрабатываемое изделие удерживают только на одном конце, необходимость во втором направлении механической обработки предусматривалась только для более редких случаев. В таких случаях изменяют положение приспособления или обрабатываемого изделия для дальнейшей механической обработки. Когда возникла идея модификации известного выступа, изначально предполагалось, что такая модификация может быть достигнута в ущерб функциональности механической обработки в первом направлении. Однако было обнаружено, что даже в первом направлении модифицированный выступ обеспечивает идентичные или лучшие результаты обработки и срок службы по сравнению с другими режущими пластинами, на которых проводились испытания для сравнения. Дополнительно, предполагается, что другие элементы кроме выступа способствуют обеспечению высокого качества обработки, что является основной задачей обработки продольным точением.

Согласно первому аспекту стружкообразователь для режущей пластины для продольного точения содержит режущую кромку вокруг выступа. Режущая кромка содержит первую и вторую под-кромки, расположенные на противоположных сторонах выступа и соединенные

угловыми кромками с третьей под-кромкой; стружкообразователь дополнительно содержит первую и вторую стружечные поверхности, соответственно расположенные между выступом и первой и второй под-кромками.

Согласно второму аспекту стружкообразователь для режущей пластины для продольного течения содержит режущую кромку вокруг выступа. Режущая кромка содержит первую и вторую под-кромки, проходящие по прямой линии на виде сбоку, и расположенные на противоположных сторонах выступа, и соединенные угловыми кромками с третьей под-кромкой; стружкообразователь дополнительно содержит первую и вторую стружечные поверхности, соответственно расположенные между выступом и первой и второй под-кромками.

Согласно третьему аспекту стружкообразователь для режущей пластины для продольного течения содержит режущую кромку вокруг выступа. Режущая кромка содержит первую и вторую под-кромки, расположенные на противоположных сторонах выступа и соединенные угловыми кромками с третьей под-кромкой, углубленной по направлению внутрь на виде вдоль направления вниз.

Режущая пластина в целом может быть определена как режущие пластины, содержащие режущие углы на противоположных сторонах параллелепипедного участка корпуса. Предпочтительно, для режущих пластин для продольного течения, предназначенных для использования в агрегатах, параллелепипедный участок корпуса является прямоугольным кубоидом или ромбоэдром. Часто предпочтительным является наличие в точности двух режущих углов (предпочтительно с идентичными режущими кромками и стружкообразователями) по этой же причине.

Обычно режущая пластина для продольного течения содержит одно или два отверстия под винт, расширяющихся на противоположных сторонах участка корпуса.

Многие характерные элементы, описанные в настоящем документе, направлены на обеспечение улучшенной обработки, даже относительно превосходящей обработку обрабатываемых изделий, подвергаемых механической обработке с использованием других станков с ЧПУ и способов.

Согласно пятому аспекту стружкообразователь для режущей пластины для продольного точения, содержит переднюю режущую кромку (далее в настоящем документе именуемую «третьей под-кромкой»), углубленную по направлению внутрь на виде вдоль направления вниз.

Согласно шестому аспекту обеспечено приспособление в сборе, содержащее режущую пластину для продольного точения в соответствии с любым из предыдущих аспектов и вытянутое приспособление, содержащее одно седло режущей пластины для удержания режущей пластины для продольного точения.

Согласно седьмому аспекту обеспечен агрегат, содержащий множество приспособлений в сборе в соответствии с предыдущими аспектами.

Согласно восьмому аспекту обеспечен способ механической обработки обрабатываемого изделия в станке продольного точения с ЧПУ, включающий механическую обработку в первом боковом направлении и затем во втором боковом направлении.

Такие режущие пластины для продольного точения и узлы в частности являются применимыми для точной механической обработки металлических обрабатываемых изделий, в частности, изготовленных из стали, нержавеющей стали, латуни, меди и алюминия.

Следует понимать, что режущая пластина для продольного точения в соответствии с любым из изложенных ранее аспектов может быть выполнена с возможностью удержания в установленном положении в седле режущей пластины посредством зажимающего усилия (например, один или более винтов, проходящих через одно или более отверстий под винт режущей пластины). Следует отметить, что установочные поверхности режущей

пластины, контактирующие с седлом режущей пластины, могут в точности являться нижней поверхностью режущей пластины, задней поверхностью режущей пластины. А также и второй боковой поверхностью режущей пластины (или более конкретно, опорной конфигурацией, образованной на второй боковой поверхности режущей пластины, при ее наличии).

Общий вид пластины показан ниже на рисунке 4.

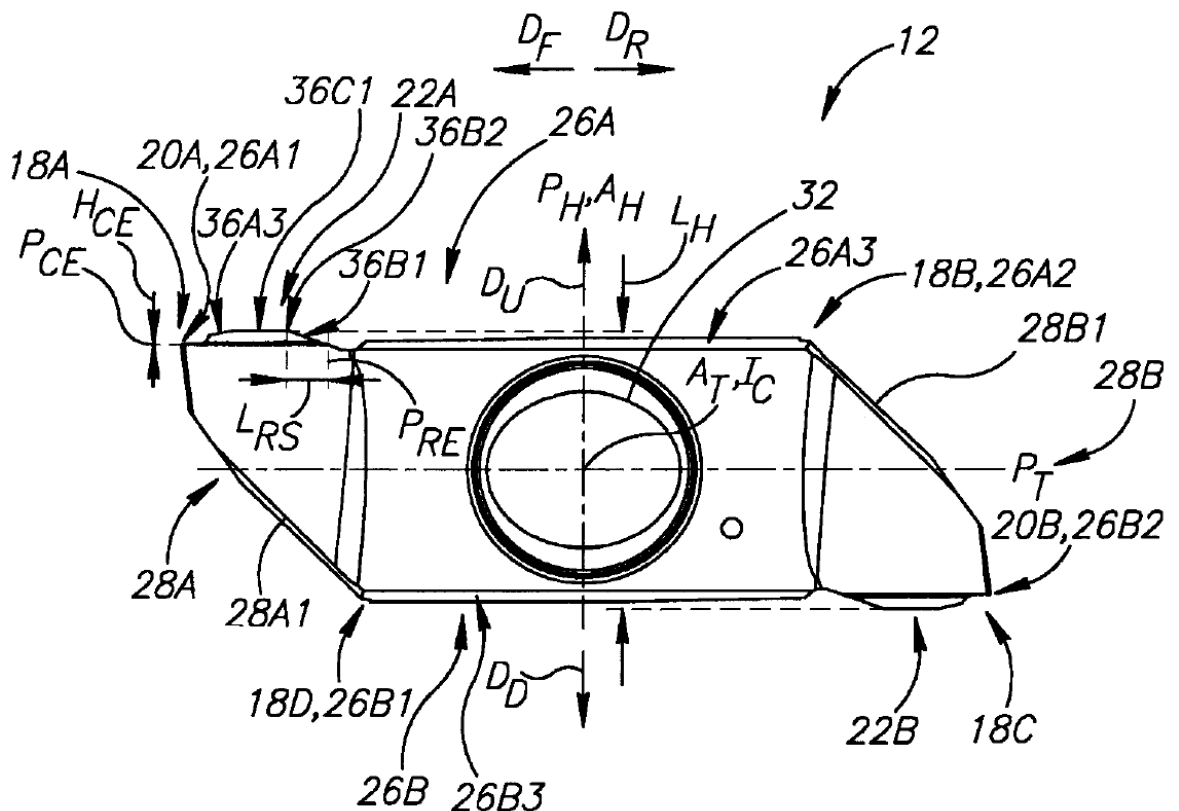


Рисунок 4 – Общий вид пластины

Следует понимать, что вышеизложенное является кратким описанием, и что любой из раскрытых выше аспектов может дополнительно содержать любой из характерных элементов, описанных в нижеследующем описании. В частности, следующие характерные элементы, отдельно или в сочетании, могут быть применимы к любому из аспектов, раскрытых выше:

1. Стружкообразователь может содержать выступ. Стружкообразователь может содержать режущую кромку. Ниже приведены



утверждения относительно, приведенной в качестве примера режущей кромки, а стружкообразователь описан в сочетании с верхней поверхностью. Однако следует понимать, что во всех утверждениях термин «верхняя поверхность» может быть заменен на «нижняя поверхность».

2. Стружкообразователь может содержать первую и вторую стружечные поверхности.

3. Стружкообразователь может содержать промежуточный плоский участок. Промежуточный плоский участок может быть расположен между передним концом выступа и третьей под-кромкой. Промежуточный плоский участок может выступать не более чем на 100 мкм над первой и второй под-кромками. Промежуточный плоский участок может иметь плоскую форму.

4. Режущая кромка может содержать первую, вторую и третью под-кромки, и первую и вторую угловые кромки.

5. Режущая кромка может полностью быть расположена в плоскости режущей кромки, имеющей высоту менее чем 150 мкм, предпочтительно менее чем 100 мкм.

6. Вся режущая кромка (или другими словами, каждая из первой, второй и третьей под-кромки) может не содержать фаски.

7. Первая под-кромка может проходить вдоль пересечения верхней поверхности и первой боковой поверхности, и может проходить по прямой линии на виде вдоль второго бокового направления. Вторая под-кромка может проходить вдоль пересечения верхней поверхности и второй боковой поверхности, и проходить по прямой линии на виде вдоль первого бокового направления. Более подробно, это означает, что первая и/или вторая под-кромки может быть прямой вдоль всей глубины резания (например, от третьей под-кромки до задней стружкообразующей кромки). Это необходимо для обеспечения подходящей обработки для токарных применений. Общая глубина резания определена как меньшая из первой и второй глубин резания, или как обе в случае их равенства. Несмотря на то, что приведенные в качестве предпочтительного примера первая и вторая под-кромки,

изображенные далее, проходят параллельно оси длины, следует понимать, что в других применениях такие под-кромки, наклоненные относительно оси длины, могут обеспечивать лучшую механическую обработку.

8. Первая и вторая под-кромки могут быть расположены в плоскости режущей кромки, предпочтительно имеющей высоту менее чем 10 мкм.

9. Первая и вторая под-кромки могут быть расположены на противоположных сторонах поверхности.

10. Третья под-кромка может проходить вдоль пересечения верхней поверхности и передней поверхности.

11. Третья под-кромка может быть углубленной по направлению внутрь при рассмотрении вдоль направления вниз. Следует понимать, что это может обеспечивать преимущественный рельеф во время операций точения. В предпочтительной конструкции на виде вдоль направления вниз третья под-кромка может содержать изогнутый и прямой участки, соединенные точками разрыва непрерывности. Несмотря на то, что негладкая кромка уменьшает отделку и срок службы приспособления, было обнаружено, что достигаемая дополнительная возможность преодолевает известный недостаток.

12. Первая и вторая под-кромки могут быть соединены угловыми кромками с третьей под-кромкой. Первая, вторая и третья под-кромки, и угловые кромки могут проходить непрерывно вдоль поверхности угла режущей пластины.

13. Первая угловая кромка может соединять первую под-кромку и третью под-кромку.

14. Вторая угловая кромка может соединять вторую под-кромку и третью под-кромку.

15. Одна или обе из первой и второй угловых кромок могут содержать: зачистной участок, соединенный с третьей под-кромкой и проходящий на виде вдоль направления вниз по прямой линии под прямым углом относительно ближней из первой и второй под-кромок. В таком случае

предпочтительно, чтобы третья под-кромка была углубленной по направлению внутрь на виде вдоль направления вниз. Другими словами, оба зачистных участка первой и второй угловых кромок могут быть расположены в плоскости передней кромки, которая проходит перпендикулярно первой и второй под-кромкам. А третья под-кромка может быть полностью расположена по направлению назад от плоскости передней кромки (т.е. третья под-кромка может быть углублена по направлению назад относительно зачистных участков). Углубление по направлению внутрь может иметь изогнутую форму на виде вдоль направления вниз.

16. Одна или обе из первой и второй угловых кромок могут содержать выпуклый участок. Каждый изогнутый выпуклый участок может быть соединен на первом конце с ближней из первой и второй под-кромки, а на втором конце с зачистным участком.

17. Выступ соединен с первой и второй стружечными поверхностями. Следует понимать, что обеспечение стружечных поверхностей на обеих сторонах выступа способствует механической обработке вдоль двух противоположных боковых направлений.

18. Выступ может быть окружен режущей кромкой, за исключением направления назад. Другими словами, выступ может быть окружен с трех из его четырех сторон. Другими словами, выступ может быть окружен режущей кромкой в каждом направлении резания режущей пластины.

19. Выступ может содержать передний конец выступа рядом с третьей под-кромкой и задний конец выступа, расположенный дальше от третьей под-кромки, чем передний конец выступа.

20. Передний конец выступа может содержать вогнутый передний участок, расширяющийся по направлению вперед. Несмотря на предположение, что углубление выступа от третьей под-кромки уменьшает срок службы приспособления, было установлено, что это решение является преимущественным для механической обработки пластичных материалов. А учитывая то, механическая обработка по направлению вперед является

вторичным процессом механической обработки, было определено, что недостаток в форме сокращенного срока службы приспособления преодолевается дополнительной возможностью.

21. Выступ может отходить по направлению вверх. Более конкретно, выступ может отходить вверх от участка верхней поверхности, на котором выступ соединен с первой и второй стружечными поверхностями.

22. На виде вдоль каждой из первого и второго боковых направлений режущей пластины выступ может иметь в целом выпуклую форму. Более подробно, выпуклая форма может включать сужение переднего конца выступа в совмещенном направлении вперед и вниз, и сужение заднего конца выступа в совмещенном направлении назад и вниз.

23. Задний конец выступа может иметь плоскую форму.

24. Выступ может быть вытянутым в направлении, параллельном оси длины

режущей пластины. Хотя следует отметить, что выступ был выполнен с относительно большой длиной (приближенной к длине всего угла) таким образом, чтобы подходить для применений обработки на автомате продольного точения, которые, как было обнаружено, обеспечивают лучшие результаты с относительно низкими скоростями механической обработки при относительно больших значениях глубины.

25. Выступ может содержать первый и второй вогнутые боковые участки, соединяющие выступ со стружечными поверхностями. Первый вогнутый боковой участок выполнен с возможностью расширения в первом боковом направлении, а второй вогнутый боковой участок выполнен с возможностью расширения во втором боковом направлении.

26. На виде вдоль направления назад и на определенной высоте над первой и второй боковыми под-кромками, ширина выступа может быть меньше половины общей толщины между первой и второй боковыми под-кромками, измеряемыми вдоль оси толщины.

27. Длина переднего отступа между третьей под-кромкой и передним концом выступа, измеряемая вдоль оси длины режущей пластины, может по меньшей мере составлять 5% от общей глубины резания стружкообразователя. Длина переднего отступа может составлять  $10\% \pm 5\%$  от общей глубины резания.

28. Длина заднего отступа между местом начала сужения заднего конца выступа в указанном совмещенном направлении назад и вниз, и плоскостью задней кромки составляет по меньшей мере 5% от общей глубины резания стружкообразователя. Длина заднего отступа может составлять  $15\% \pm 10\%$  от общей глубины резания. Плоскость задней кромки проходит параллельно обеим осям толщины и высоты, и пересекает крайнюю заднюю из первой и второй задних стружечных кромок, или обе при их равенстве.

29. Первая стружечная поверхность может быть расположена рядом с первой под-кромкой. Первая стружечная поверхность может отходить от третьей под-кромки к первой задней стружкообразующей кромке. Первая стружечная поверхность может определять первую глубину резания от третьей под-кромки к первой задней стружкообразующей кромке.

30. Вторая стружечная поверхность может быть расположена рядом со второй под-кромкой. Вторая стружечная поверхность может отходить от третьей под-кромки ко второй задней стружкообразующей кромке. Вторая стружечная поверхность может определять вторую глубину резания от третьей под-кромки ко второй задней стружкообразующей кромке.

31. На виде вдоль направления вниз одна или обе из первой и второй стружечных поверхностей могут иметь сужающуюся форму. Более подробно, это означает, что сужающаяся форма проходит вдоль всей глубины резания (например, от третьей под-кромки до задней стружкообразующей кромки). Каждая сужающаяся форма предпочтительно может быть шире рядом с третьей под-кромкой, чем на другом участке, расположенном дальше от третьей под-кромки.

32. Одна или обе из первой и второй стружечных поверхностей могут иметь плоскую форму (другими словами, «плоская форма/плоский» в настоящей заявке означает «находящийся в пределах плоскости»). Предпочтительно, каждая стружечная поверхность может быть горизонтальной.

33. Одна или обе из первой и второй стружечных поверхностей могут образовывать боковой угол  $\alpha$  с плоскостью толщины, определенной пересечением осей длины и толщины. Причем боковой угол  $\alpha$  удовлетворяет следующему условию:  $-15^\circ < \alpha < 15^\circ$ . Предпочтительно, в частности для механической обработки металла, боковой угол составляет:  $0^\circ < \alpha < 16^\circ$ . В частности, результаты испытаний со значением  $\alpha$ , равняющимся  $8^\circ$ , были успешными. Соответственно, наиболее предпочтительный боковой угол составляет:  $4^\circ < \alpha < 12^\circ$ .

34. Режущая пластина может содержать режущие углы на противоположных сторонах параллелепипедного участка корпуса. Параллелепипедный участок корпуса предпочтительно может представлять собой прямоугольный кубоид или ромбоэдр.

35. Режущая пластина может содержать в точности два режущих угла. Указанные в точности два режущих угла предпочтительно могут быть расположены на диагонально противоположных участках режущей пластины.

36. Угол режущей пластины может содержать режущую кромку, и стружкообразователь, образованный на верхней поверхности.

37. Режущая пластина может быть образована по меньшей мере с одним отверстием под винт, наиболее предпочтительно в точности одним или двумя отверстиями под винт, расширяющимися к противоположным сторонам участка корпуса (т.е. участка, расположенного между режущими углами режущей пластины). Другими словами, отверстие (отверстия) под винт может расширяться к первой и второй боковым поверхностям режущей пластины. В случае наличия единственного отверстия под винт, оно может

быть расположено в центре режущей пластины. В этом случае ось толщины может также являться осью отверстия под винт. В случае наличия в точности двух отверстий под винт, они предпочтительно могут примыкать друг к другу вдоль оси длины.

38. Режущая пластина может содержать противоположные первую и вторую боковые поверхности режущей пластины.

39. На режущем угле каждая из поверхностей первой и второй сторон, и передняя поверхность может иметь плоскую форму, предпочтительно горизонтальную.

40. Режущая пластина может содержать противоположные верхнюю и нижнюю поверхности режущей пластины. Верхняя и нижняя поверхности режущей пластины могут соединять первую и вторую боковые поверхности режущей пластины. Верхняя поверхность режущей пластины может проходить по направлению назад от первого верхнего конца ко второму верхнему концу. Нижняя поверхность режущей пластины может проходить по направлению назад от первого нижнего конца ко второму нижнему концу.

41. Нижняя поверхность может быть наклонена для надежной установки. Более подробно, например, нижняя поверхность может быть наклонена таким образом, что во втором боковом направлении нижняя поверхность отходит дальше от центра режущей пластины. Обе из верхней и нижней поверхностей режущей пластины выполнены под наклоном (каждая наклоненная поверхность предназначена для различной фиксированной позиции режущей пластины). Верхняя поверхность может быть выполнена под наклоном таким образом, что во втором боковом направлении верхняя поверхность отходит дальше от центра режущей пластины (разумеется, верхняя поверхность функционирует как нижняя поверхность после индексации).

42. Режущая пластина может содержать противоположные переднюю и заднюю поверхности режущей пластины. Передняя и задняя поверхности режущей пластины могут соединять верхнюю и нижнюю поверхности

режущей пластины. Передняя и задняя поверхности режущей пластины могут соединять первую и вторую боковые поверхности режущей пластины. Передняя поверхность режущей пластины может сужаться в совмещенном направлении назад и вниз от первого верхнего конца к первому нижнему концу. Задняя поверхность режущей пластины может сужаться в совмещенном направлении назад и вниз от второго верхнего конца ко второму нижнему концу.

43. Режущая пластина может содержать первый, второй, третий и четвертый углы. Один или более из углов могут представлять собой режущие углы (т.е. оснащенные стружкообразователем). Предпочтительно в точности два угла являются режущими углами. Первый угол может быть образован на пересечении первой и второй боковых поверхностей с верхней и передней поверхностями режущей пластины. Второй угол может быть образован на пересечении первой и второй боковых поверхностей с верхней и задней поверхностями режущей пластины. Третий угол может быть образован на пересечении первой и второй боковых поверхностей с нижней и передней поверхностями режущей пластины. Четвертый угол может быть образован на пересечении первой и второй боковых поверхностей с нижней и задней поверхностями режущей пластины.

44. Ось толщины режущей пластины может проходить перпендикулярно первой и второй боковым поверхностям режущей пластины, и проходить через них.

45. Максимальная толщина режущей пластины может быть измеряемой вдоль оси толщины режущей пластины.

46. Ось высоты режущей пластины может проходить перпендикулярно оси толщины режущей пластины, и может проходить через верхнюю и нижнюю поверхности режущей пластины.

47. Максимальная высота режущей пластины может быть измеряемой вдоль оси высоты режущей пластины. Максимальная высота режущей



пластины может быть больше, чем максимальная толщина режущей пластины.

48. Ось высоты режущей пластины может определять направление вверх от центра режущей пластины по направлению к верхней поверхности режущей пластины. Ось высоты режущей пластины может определять направление вниз, противоположное направлению вверх. Альтернативно, ось высоты режущей пластины может определять направление вниз от центра режущей пластины по направлению к нижней поверхности режущей пластины,

49. Ось длины режущей пластины может проходить ортогонально осям толщины и высоты режущей пластины, и может проходить через переднюю и заднюю поверхности режущей пластины.

50. Ось толщины режущей пластины может определять первое боковое направление от центра режущей пластины по направлению к первой боковой поверхности режущей пластины. Ось толщины режущей пластины может определять второе боковое направление, противоположное первому боковому направлению. Альтернативно, ось толщины режущей пластины может определять второе боковое направление от центра режущей пластины по направлению ко второй боковой поверхности режущей пластины.

51. Максимальная длина режущей пластины может быть измеряемой вдоль оси длины режущей пластины. Максимальная длина режущей пластины может быть больше, чем максимальная высота режущей пластины.

52. Ось длины режущей пластины может определять направление вперед от центра режущей пластины по направлению к передней поверхности режущей пластины. Ось длины режущей пластины может определять направление назад, противоположное направлению вперед. Альтернативно, ось длины режущей пластины может определять направление назад от центра режущей пластины по направлению к задней поверхности режущей пластины.

53. Плоскость длины, или, более конкретно, ее расположение и ориентация, могут быть определены осями длины и высоты, расположенными в ней. Более простыми терминами, которые будут использованы далее в настоящем документе, плоскость длины может быть определена осью длины режущей пластины и осью высоты режущей пластины. Подобным образом, плоскость толщины может быть определена осью толщины режущей пластины и осью длины режущей пластины. Также, плоскость высоты может быть определена осью высоты режущей пластины и осью толщины режущей пластины.

54. Все поверхности угла за исключением поверхности, содержащей стружкообразователь, могут быть выполнены как скошенные поверхности (по меньшей мере на участках, примыкающих к режущей кромке). Например, рядом с режущей кромкой первая и вторая боковые поверхности, а также передняя поверхность режущей пластины могут быть выполнены как скошенные поверхности. Например: первая боковая поверхность может сужаться в совмещенном направлении вниз и втором боковом направлении; вторая боковая поверхность может сужаться в совмещенном направлении вниз и первом боковом направлении; а передняя поверхность может сужаться в совмещенном направлении вниз и назад.

55. На своем переднем контактном участке, расположенном на расстоянии от режущей кромки, передняя поверхность может быть наклонена в совмещенном направлении вниз, назад и первом боковом направлении. Передний контактный участок может быть выполнен плоским, предпочтительно горизонтальным. Задняя поверхность содержит соответственно наклоненный задний контактный участок.

56. Способ механической обработки может включать механическую обработку в первом боковом направлении и затем во втором боковом направлении (например, параллельно оси толщины режущей пластины). Способ может дополнительно включать механическую обработку в осевом направлении (например, вдоль оси длины режущей пластины).

57. Режущая пластина может содержать опорную конфигурацию, образованную только на второй боковой поверхности. Другими словами, первая боковая поверхность может не содержать опорной конфигурации. Опорная конфигурация может содержать наружную плоскую поверхность, предпочтительно горизонтальную. Наружная поверхность может проходить параллельно плоскости длины, образованной вдоль осей длины и высоты.

58. Режущая пластина может быть зеркально-симметричной с обеих сторон плоскости длины, за исключением опорной конфигурации. Опорная конфигурация может проходить во втором боковом направлении за зеркально-симметричный участок режущей пластины.

59. Режущая пластина может являться вращательно-симметричной только под углом  $180^\circ$  вокруг оси, параллельной оси толщины, и проходящей через центр режущей пластины.

60. Режущий угол может быть симметричным вдоль плоскости длины.

Анализируя вышеизложенное можно говорить о том, что совершенствование режущих пластин подобным образом позволит существенно увеличить производительность токарной обработки, а следовательно позволит получить положительный экономический эффект.

## 4. Безопасность и экологичность технического объекта

### 4.1 Характеристики рассматриваемого технического объекта

Характеристики рассматриваемого технического объекта приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Технологический паспорт технического объекта

Операция	Должность работника	Обработка	Оборудование	Материалы, вещества
Токарная	Токарь	Точение профиля	Патрон, токарный станок	Охлаждающая эмульсия, стружка

### 4.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 14 содержит результаты идентификации профессиональных рисков.

Таблица 14 – Профессиональные риски

Операция	Опасный производственный фактор	Источник опасного производственного фактора
Токарная	Заусенцы, шероховатость, острые кромки на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Заготовка, станок, СОЖ, приспособление, инструмент
	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части оборудования	
	Передвигающиеся заготовки	
	Высокая температура	
	Высокий уровень вибраций	

Продолжение таблицы 14

Операция	Опасный производственный фактор	Источник опасного производственного фактора
Токарная	Высокий уровень шума	Заготовка, станок, приспособление, инструмент
	Высокая монотонность	

### 4.3 Методы и средства снижения рисков

Результаты данного раздела приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Методы и средства устранения (снижения) воздействия опасных производственных факторов

Опасный производственный фактор	Методы и средства защиты, снижения, устранения опасного фактора	Средства индивидуальной защиты
Заусенцы, шероховатость, острые кромки на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Инструктажи по охране труда, удаление острых кромок и заусенцев	Перчатки с покрытием из полимера
Движущиеся машины и механизмы; подвижные части оборудования; передвигающиеся заготовки	Инструктажи по охране труда, применение защитных кожухов, экранов, ограждений	Спецодежда, защитные очки
Высокая температура	Инструктажи по охране труда, применение защитных кожухов, экранов, ограждений	Спецодежда, перчатки с покрытием из полимера
Высокий уровень вибраций	Инструктажи по охране труда, установка оборудования на виброгасящие опоры, сокращение времени контакта с поверхностями подверженными вибрации	Резиновые виброгасящие коврики
Высокий уровень шума	Инструктажи по охране труда, изоляция звукопоглощающими материалами наиболее акустически активных частей	Применение наушников или вкладышей

## Продолжение таблицы 15

Опасный производственный фактор	Методы и средства защиты, снижения, устранения опасного фактора	Средства индивидуальной защиты
Опасные факторы, электрического тока	Инструктажи по охране труда, заземление оборудования, изоляция токоведущих частей, применение предохранителей	Спецодежда
Динамические нагрузки, вызванные монотонностью	Соблюдение периодичности и продолжительности регламентированных перерывов	-

### 4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

В таблицах 16 – 18 представлен комплекс мер по обеспечению пожарной безопасности технического объекта.

Таблица 16 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Механическая обработка	Токарный станок	Пожары класса В	Пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; пониженная концентрация кислорода; снижение видимости в дыму	Осколки, части разрушившихся оборудования, изделий и иного имущества; вынос высокого напряжения на токопроводящие части оборудования, изделий и иного имущества; воздействие огнетушащих веществ

Таблица 17 – Технические средства пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки и системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты	Пожарный инструмент
Огнетушители, ящики с песком, багры, ломы	Автомобили или пожарные мотопомпы	Система пожаротушения аэрозолью	Извещатели; приборы приемно-контрольные; приборы управления; технические средства оповещения и управления эвакуацией	Пожарные рукава, арматура, гидранты	Респираторы, противогазы	Комплект универсального пожарного инструмента

Таблица 18 – Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса	Наименование видов реализуемых организационных мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности
Технологический процесс изготовления вала	Применение смазочно-охлаждающих жидкостей на базе негорючих составов, хранение ветоши в несгораемом ящике, соблюдение правил электробезопасности	Наличие пожарной сигнализации, автоматической системы пожаротушения, первичных средств пожаротушения, проведение пожарных инструктажей

#### 4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Результаты данного анализа представлены ниже в таблицах 19,20. В данных таблицах описывается перечень экологических факторов, влияющих на производство, и приводятся пути устранения такого негативного влияния

Таблица 19 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

Наименование технологического техпроцесса	Структурные составляющие объекта производственно-технологического процесса.	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу
ТП изготовления вала	Станок токарный	Масляный туман, пыль	Нефтепродукты, СОЖ, растворы технических жидкостей	Стружка, ветошь, металлолом, нефтепродукты, СОЖ, растворы технических жидкостей

Таблица 20 – Разработанные мероприятия по снижению негативного воздействия технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Технологический процесс изготовления вала
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Оснащение системы производственной вентиляции фильтрующими элементами.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Применение многоступенчатой системы очистки сточных вод
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Разделение жидких и твердых отходов. Утилизация отходов на специальных полигонах

#### 4.6 Заключение по разделу

Выявлены наиболее значимые опасные и вредные факторы, возникающие в процессе изготовления детали, разработаны мероприятия по их устранению и снижению их влияния на работника. Проведен анализ пожарной безопасности на участке по изготовлению детали и выбор средств пожаротушения. Приведены результаты анализа по обеспечению экологической безопасности технического объекта.



## 5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

В рамках данной бакалаврской работы был разработан технологический процесс изготовления вала промежуточного редуктора общего назначения, которое кратко можно представить следующим образом:

- 000 операция – заготовительная;
- 010 и 020 операции – токарные;
- 030 операция – фрезерная;
- 050-080 операции – шлифовальные;
- 040, 090 и 100 операции, соответственно, термическая, моечная и контрольная.

Подробное описание применяемого оборудования, оснастки, инструмента и способа получения заготовки представлено в предыдущих разделах данной бакалаврской работы.

Учитывая особенности описанного технологического процесса, для достижения поставленной цели, необходимо выполнить следующие действия:

- определение себестоимости изготовления детали по данному процессу;
- расчет капитальных вложений, необходимых для воплощения технологического процесса;
- определение срока окупаемости вложенных инвестиций;
- обоснование эффективности внедрения процесса.

Каждое из указанных действий, предполагает свою методику. Описание методик применяемых для выполнения описанных выше действий, представлено в таблице 21.

Таблица 21 – Методики, применяемых действий, необходимых для экономического обоснования разработанного технологического процесса

Действия по экономическому обоснованию	Применяемые методики
1. Определение себестоимости изготовления детали	1. «Расчет технологической себестоимости технологического процесса» [10, с. 17-19]. 2. «Калькуляция себестоимости обработки детали» [10, с. 19]
2. Расчет капитальных вложений	1. «Расчет капитальных вложений (инвестиций)» [10, с. 15-16]
3. Определение срока окупаемости	1. «Ожидаемая прибыль» [10, с. 20] 2. «Чистая ожидаемая прибыль» [10, с. 20] 3. «Срок окупаемости капитальных вложений» [10, с. 22]
4. Обоснование эффективности внедрения процесса	1. «Определение экономической эффективности проекта» [10, с. 22-23]

Используя, перечисленные в таблице 21, методики и программное обеспечение Microsoft Excel представим и опишем полученные значения по эффективности разработанного технологического процесса.

На рисунке 5 представлено долевое соотношение параметров, входящих в технологическую себестоимость изготовления детали.

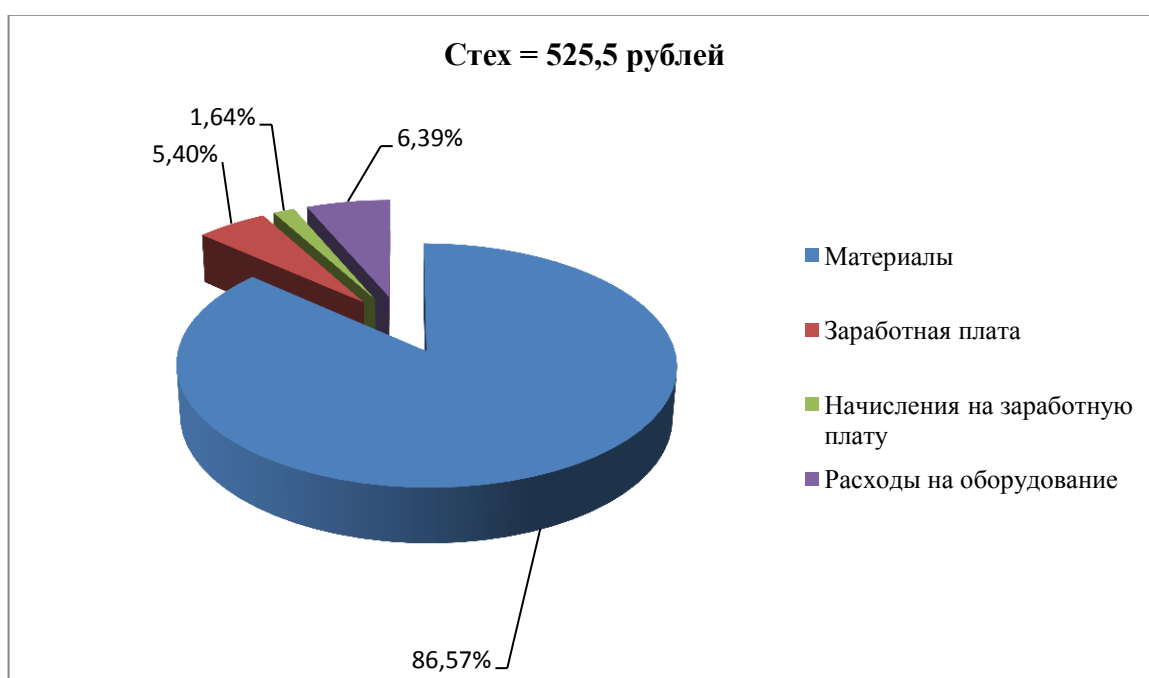


Рисунок 5 – Доли параметров, входящих в технологическую себестоимость

Анализируя представленные на рисунке 5 данные, можно сделать вывод о том, что самой затратной статьёй являются расходы на материал, так как они составляют около 86,5 % от всей величины технологической себестоимости. Такой объем зависит из-за способа получения заготовки, ее массы и используемого материала. Второй, по величине, статьёй расходов являются расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, с объемом 6,4 % от всей величины технологической себестоимости. Превышение данной статьи над зарплатой обосновывается моделями применяемого в технологическом процессе оборудования импортного производства.

На рисунке 6 показана калькуляция себестоимости изготовления.

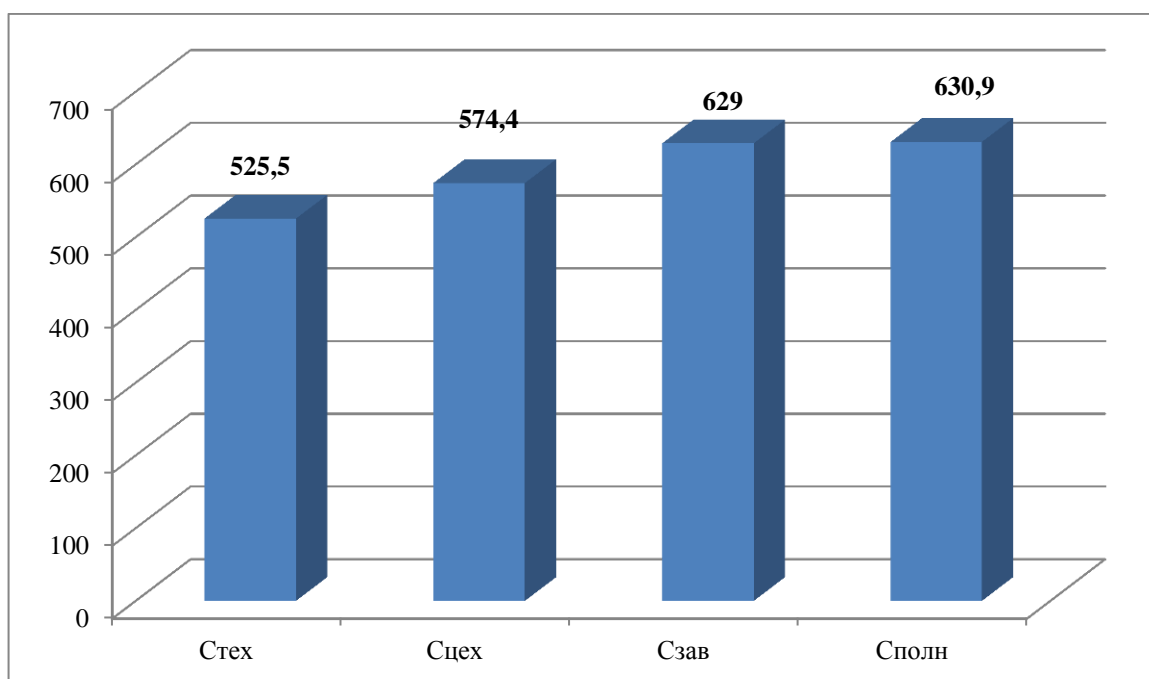


Рисунок 6 – Калькуляция себестоимости обработки детали, руб.

На рисунке 6 показана сформировавшаяся величина таких экономических параметров, как: технологическая ( $C_{\text{ТЕХ}}$ ), цеховая ( $C_{\text{ЦЕХ}}$ ), производственно-заводская ( $C_{\text{ЗАВ}}$ ) и полная ( $C_{\text{ПОЛН}}$ ) себестоимостей. Согласно представленным данным величина полной себестоимости

составила 630,9 руб. за единицы, производимой по данному технологическому процессу, изделия.

На рисунке 7 представлены значения и их долевое соотношение, повлиявшие на величину капитальных вложений (инвестиций), необходимых для внедрения описанного технологического процесса.

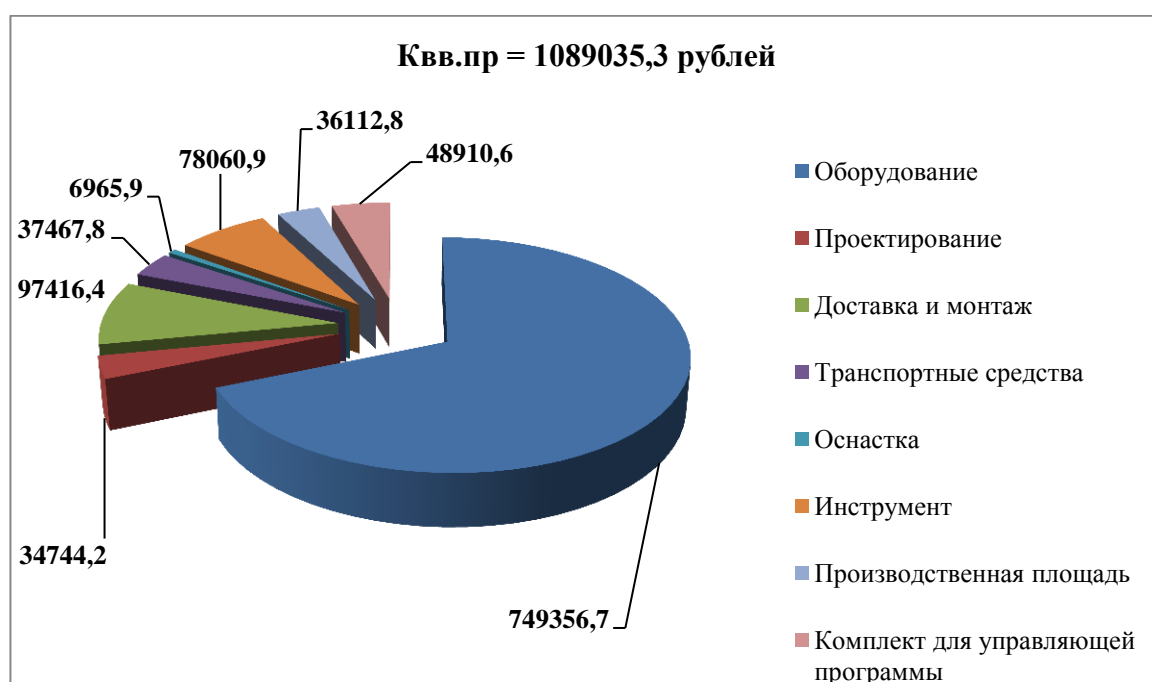


Рисунок 7 – Величина инвестиций и параметры, оказывающие на них влияние, руб.

Анализируя данные, представленные на рисунке 7, можно сделать вывод о том, что больше всего средств необходимо будет вложить в основное технологическое оборудование, величина которых составляет 749356,7 руб. или 68,8 % от общих капитальных вложений в предложенный проект. Остальные параметры, не смотря на то, что тоже оказывают влияние на конечную величину, являются незначительными, так как их величина в долевом соотношении составляет от 0,6 % до 8,9 % от общего значения.

Применяемая методика определения срока окупаемости [10, с. 20-22], позволила определить, что за счет заложенной рентабельности производства в 25 %, позволяющей получить 630860 руб. чистой прибыли, вложенные

инвестиции окупятся в течение 3 лет. Это допустимый срок окупаемости для производственных процессов.

Методика определения экономической эффективности [10, с. 22-23] позволила получить значения таких параметров как: интегральный экономический эффект, составляющий 184781,9 руб. и индекс доходности с величиной 1,17 руб./руб. Анализируя полученные данные и описание рекомендуемых значений, можно сделать вывод об эффективности разработанного технологического процесса изготовления вала промежуточного редуктора общего назначения.

Вывод: в данном разделе определена величина экономической эффективности, данная величина имеет положительное значение, следовательно, вывод об экономической эффективности разработанного технологического процесса можно считать доказанным.

## Заключение

При выполнении данной бакалаврской работы проведен целый комплекс конструкторских, проектных расчетов касающихся вопросов проектирования техпроцесса, оснастки и других важных элементов, необходимых для разработки техпроцессов. Выполнены все необходимые чертежи в графической части работы. Для достижения цели работы, были очень подробно рассмотрены и решены следующие задачи:

- проведен анализ исходных данных, по чертежу детали и механизма, в пояснительной записке бакалаврской работы;
- проведен выбор заготовки и ее проектирование, в пояснительной записке бакалаврской работы;
- проведена разработка чертежа заготовки в графической части бакалаврской работы;
- проведена разработка технологического процесса, в пояснительной записке бакалаврской работы;
- проведена разработка чертежа наладки в графической части бакалаврской работы;
- проведено проектирование приспособления и специального инструмента, в пояснительной записке бакалаврской работы;
- проведена разработка чертежа приспособления в графической части бакалаврской работы;
- проведена разработка чертежа инструмента в графической части бакалаврской работы;

Таким образом, цель бакалаврской работы, ранее сформулированная в разделе «Введение» - разработка технологического процесса изготовления вала промежуточного с минимальной себестоимостью достигнута.

Определенный в работе экономический эффект составляет 184781,9 руб.

## 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 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 режущему 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.

Приложение А  
**Маршрутная карта**

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.	Взам.	Подп.	ТТУ			Вал		Листов <sub>2</sub>	Лист <sub>1</sub>			
			Разраб.	Перляков								
			Провер.	Воронов								
			Н.Контр.	Воронов								
			Уте.	Логинов								
M01	Сталь 40Х ГОСТ4543-71											
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ.	Код загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ		
M02	-	166	6,5		0,52				1	12,6		
A	Цех.	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции		Обозначение документа					
B	Код, наименование оборудования		СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Лшт.
A03												
B04			000	XXXX	Заготовительная							
05T												
06												
07												
08O			010	4269	Токарная							
09T	381825 XXXX Токарный станок с ЧПУ KE 63											
10	Патрон, люнет <u>самодентрирующий</u> ; Державки QS Solo, <u>тип Риппе</u> для точения, Пластина T15K6; Штангенциркуль											
11												
12O			020	4269	Токарная							
13T	381825 XXXX Токарный станок с ЧПУ KE 63											
14	Патрон, люнет <u>самодентрирующий</u> ; Державки QS Solo, <u>тип Риппе</u> для точения, Пластина T15K6; Штангенциркуль											
15												
16O			030	4269	Фрезерная							
17T	381825 XXXX Универсальный фрезерный станок Rюма FHV-50PD											
18	Приспособление специальное; Фреза концевая диаметр 10 SANDVIC; Штангенциркуль											
19												
20O			040		Термическая							
21T	381825 XXXX Печь шахтная											
22												
23												
МК												

Продолжение Приложения А

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

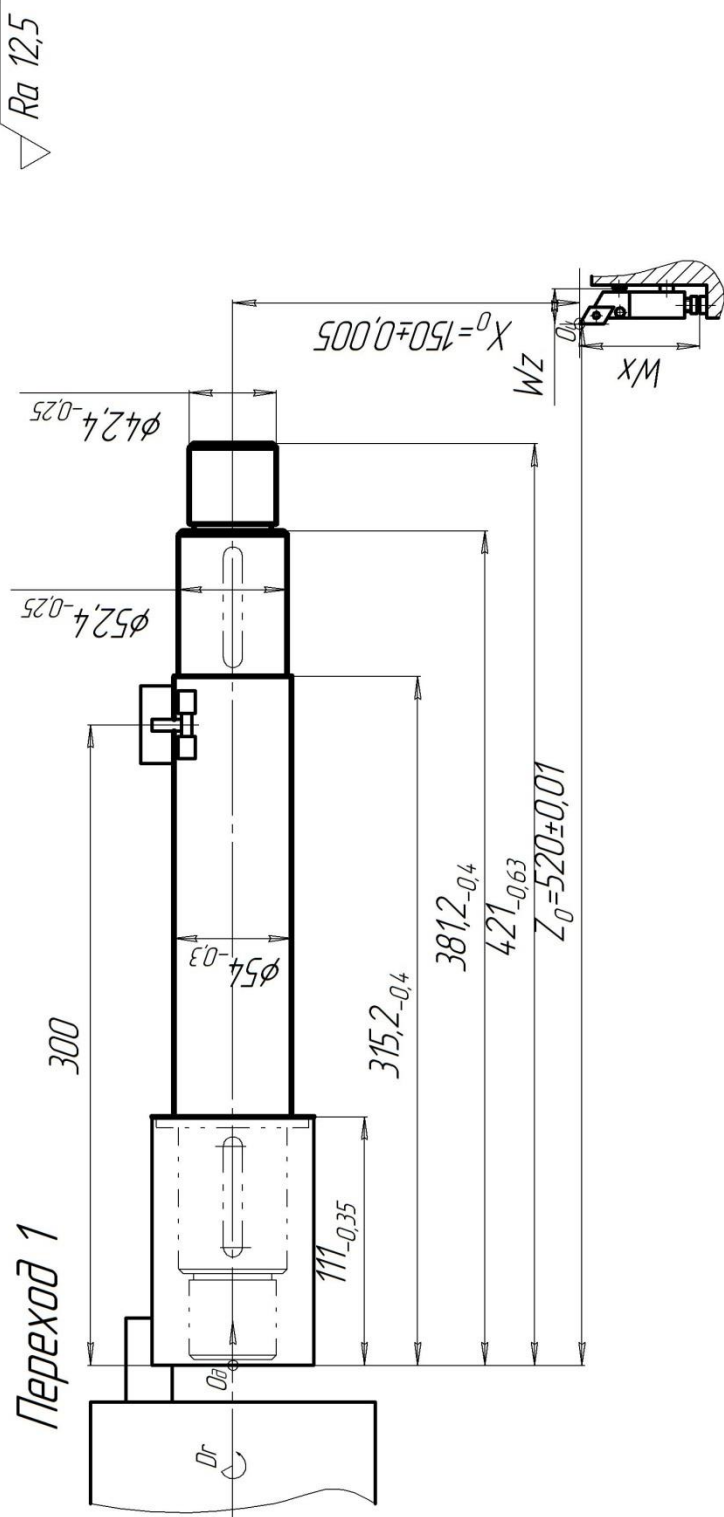
Дубль																						
Взам.																						
Подл.																						
Лист 2																						
Вал																						
Обозначение документа																						
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Лтз.	Лшт.						
Б	Код, наименование оборудования																					
А01	050 Шлифовальная																					
Б02	Шлифовальный станок Bejeq M1420E																					
03	Патрон, лонгет самоцентрирующий; Круг шлифовальный сборный 3-500×80×110 24AF16LV5; Микрометр																					
04																						
05.0	060 Шлифовальная																					
06.1	Шлифовальный станок Bejeq M1420E																					
07	Патрон, лонгет самоцентрирующий; Круг шлифовальный сборный 3-500×80×110 24AF16LV5; Микрометр																					
08																						
09	070 Шлифовальная																					
10	Шлифовальный станок Bejeq M1420E																					
11	Патрон, лонгет самоцентрирующий; Круг шлифовальный сборный 3-500×80×110 24AF08LV5; Микрометр																					
12																						
13	080 Шлифовальная																					
14	Шлифовальный станок Bejeq M1420E																					
15	Патрон, лонгет самоцентрирующий; Круг шлифовальный сборный 3-500×80×110 24AF08LV5; Микрометр																					
16	090 Моечная																					
17	100 Контрольная																					
18																						
МК																						



Продолжение Приложения Б

ГОСТ 3.1105-84 Формат 7

Дудл.			Листов			Лист		
Взам.								
Подл.								
Разраб.			ТГУ			Вал		
Проб.								
Н. контр.								
Утв.						Цех   Уч.   Р.М.   010		
Пермяков								
Варанов								
Варанов								
Логвинов								



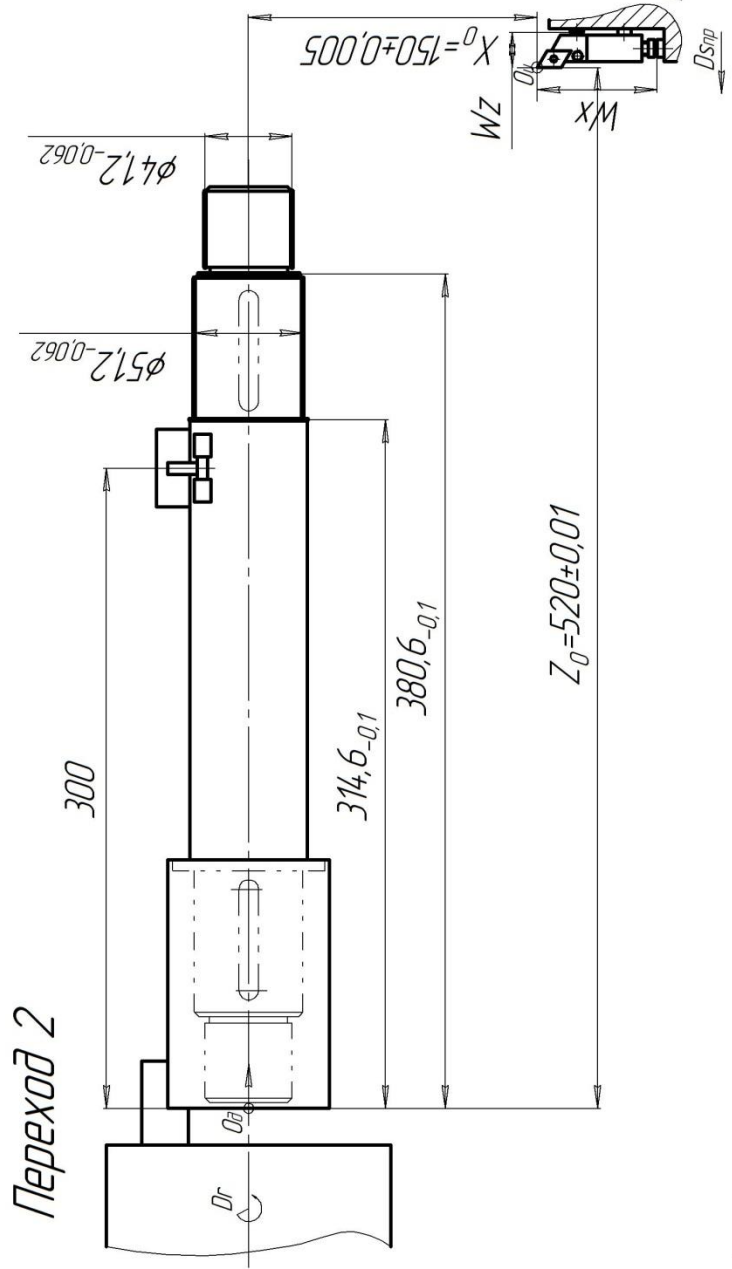
K3

Продолжение Приложения Б

ГОСТ 3.1105-84 Форма 7

Дудл.												
Взам.												
Подл.												
Разраб.	Пермяков									Листов	Лист	
Проб.	Воронов											
Н. контр.	Воронов											
Утв.	Логинов								Цех	Уч.	Р.М.	010
<b>ТГУ</b>												
<b>Вал</b>												

▽ Ra 6,3



КЭ

Приложение В

Спецификация

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
						Документация				
		A1			20.БР.ОТМП.775.70.000 СБ	Сборочный чертеж				
						Детали				
Справ. №		A1	1		20.БР.ОТМП.775.70.001	Корпус	3			
		A4	2		20.БР.ОТМП.775.70.002	Поршень	3			
		44	3		20.БР.ОТМП.775.70.003	Пружина	3			
		A4	4		20.БР.ОТМП.775.70.004	Крышка	3			
		A3	5		20.БР.ОТМП.775.70.005	Ролик	3			
		A3	6		20.БР.ОТМП.775.70.006	Стойка	1			
						Стандартные изделия				
Подп. и дата			7			Винт М40-6дх50,22 ГОСТ 1479-93	1			
			8			Гайка М40-6дх50,22 ГОСТ 1479-93	1			
			9			Гайка М10-6дх50,22 ГОСТ 1479-93	3			
Инв. № дробл.										
Взам. инв. №										
Подп. и дата										
					20.БР.ОТМП.775.70.000 СБ					
Инв. № подл.		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Лист	Листов	
		Разраб.	Пермяков				Д	1	2	
		Проб.	Воронов							
		Н.контр.	Воронов				ТГУ ТМдд-15028			
		Утв.	Логинов							
Люнет						Сборочный чертеж				
Копировал						Формат А4				