



## Аннотация

Технологический процесс изготовления вала приводного сверлильного станка. Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2020.

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

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

При выполнении бакалаврской работы получены следующие результаты:

- выполнен комплект необходимых чертежей в графической части;
- проанализированы исходные данные;
- разработан технологический процесс;
- разработано приспособление;
- разработан режущий инструмент;
- исследованы мероприятия по безопасности и экологичности проекта;
- исследована величина экономической эффективности разработанной

технологии.

Бакалаврская работа содержит пояснительную записку в размере 52 страницы, содержащую 21 таблицу, 11 рисунков, и графическую часть, содержащую 7 листов.

## **Abstract**

Technological process of manufacturing the shaft of the drive drilling machine. Bachelor's work. Tolyatti. Togliatti state University, 2020.

In the bachelor's work, the technology of manufacturing the shaft of a drive drilling machine for medium-scale production conditions is presented.

Keywords: part, billet, processing plan, technological equipment, cutting modes, lunette, broach, safety and environmental friendliness of the project, economic efficiency.

The following results were obtained during the bachelor's work:

- completed a set of necessary drawings in the graphic part;
- analyzed the original data;
- developed technological process;
- a device has been developed;
- developed cutting tool;
- measures on safety and environmental friendliness of the project were studied;
- the value of the economic efficiency of the developed technology is studied.

The bachelor's work contains an explanatory note of 52 pages, containing 21 tables, 11 figures, and a graphic part containing 7 sheets.

## Содержание

Введение.....	5
1 Анализ исходных данных .....	6
1.1 Служебное назначение детали.....	6
1.2 Классификация поверхностей детали.....	9
1.3 Технологичность детали.....	9
1.4 Задачи работы.....	10
2 Разработка технологической части работы.....	11
2.1 Выбор типа производства и его стратегии .....	11
2.2 Выбор метода получения заготовки .....	12
2.3 Разработка ТП изготовления детали.....	12
2.4 Выбор средств технического оснащения.....	15
2.5 Разработка технологических операций .....	17
3 Проектирование приспособления и специального инструмента .....	19
3.1 Расчет и проектирование станочного приспособления .....	19
3.2 Совершенствование инструмента.....	22
4. Безопасность и экологичность технического объекта.....	29
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта .....	29
4.2 Идентификация профессиональных рисков .....	29
4.3 Методы и технические средства снижения рисков .....	30
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта .....	32
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта ...	33
4.6 Выводы по разделу .....	34
5 Экономическая эффективность работы .....	36
Заключение. ....	41
Список используемых источников.....	42
Приложение А Маршрутная карта.....	45
Приложение Б Операционные карты.....	47
Приложение В Спецификация.....	51

## Введение

Станкостроение является основой современной машиностроительной промышленности. Данная отрасль имеет важнейшее значение и осуществляет фактически производство средств производства. К современным станкам предъявляются серьезные требования по точности, производительности и стоимости. Для реализации данных требований необходимы прогрессивные технологии изготовления станков и комплектующих к ним. Кроме этого, существенным требованием современности к станочному оборудованию является оснащение их системами числового программного управления (ЧПУ).

Основными узлами современного станка являются приводы главного движения и подачи. Именно, от их работы во многом зависит реализация тех требований к станочному оборудованию, которые были сформулированы в предыдущем абзаце. Современным трендом конструкции таких узлов является вариативное, бесступенчатое изменение условий движения, задаваемого этими узлами. Основой таких устройств являются приводные валы различных типов и конструкций.

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

В результате этого можно сформулировать цель бакалаврской работы в таком виде: разработка технологического процесса (ТП) изготовления вала приводного сверлильного станка 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 приводной сверлильного станка» («Вал») является составной частью привода вертикально сверлильного станка с ЧПУ KSB 40 CNC, и предназначена для обеспечения передачи крутящего момента на шпиндель.

Станок KSB 40 CNC предназначен для работы в ремонтных, инструментальных и производственных цехах с мелкосерийным выпуском продукции. Будучи снабжен необходимыми приспособлениями, он может применяться также в массовом производстве. Станок рассчитан на условный диаметр сверления отверстия 40 мм, допускает усилие подачи 2500 кг, крутящий момент 5000 Н×м.

Наличие на станке вариативных коробки скоростей и коробки подач полностью обеспечивает выбор оптимальных режимов резания при сверлении, рассверливании, зенкеровании, частично развертывании, а также при наличии электрореверса при нарезании резьбы. Жесткость конструкции, прочность рабочих механизмов и мощность привода позволяют использовать режущий инструмент, оснащенный твердым сплавом. Ниже на рисунке 1 показан общий вид привода сверлильного станка

Конструкция вала предусматривает обеспечение размещения внутри себя конца приводного шлицевого вала по шлицам, а по наружной поверхности шестерен, также по шлицам. Указанные особенности конструкции вала, позволяют обеспечить значительные величины усилий на выходе, при незначительных размерах самого привода. Данное обстоятельство обеспечивает компактность привода станка, при сохранении силовых и скоростных характеристик.

Выполнение данных условий, обеспечивается формой рабочих поверхностей и размерами детали. Кроме этого, обеспечение данных условий

происходит за счет оптимально подобранной точности размеров, взаимного расположения поверхностей и шероховатости поверхностей.

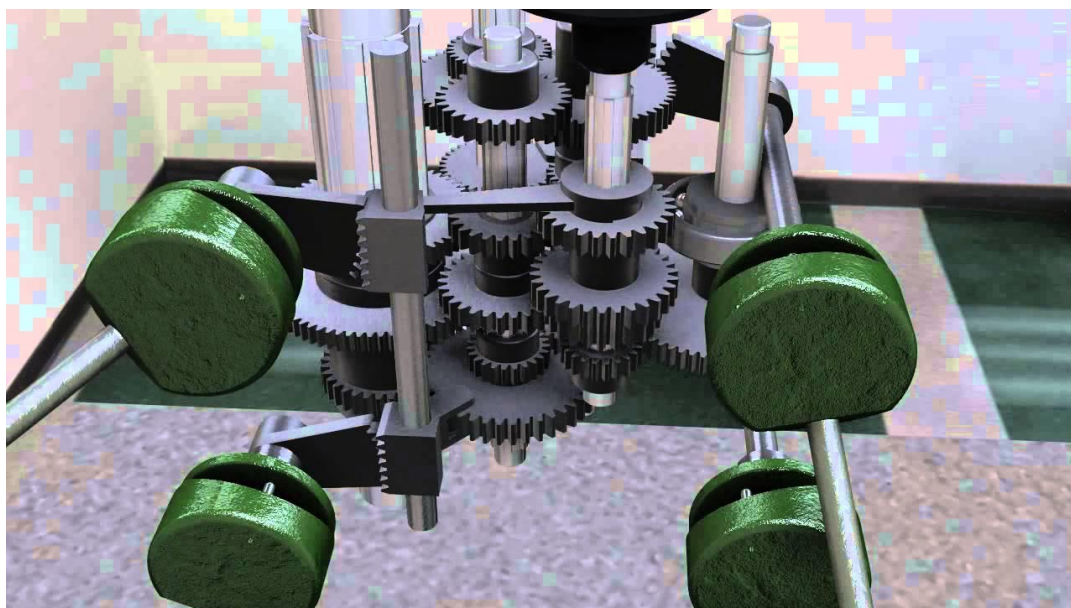


Рисунок 1 – Общий вид привода сверлильного станка

Материал детали - «Вал» - Сталь 40 ГОСТ 4543-71, позволяет обеспечить работоспособность детали, с наименьшими затратами на материал. Данные о параметрах материала приведены в таблицах 1 и 2. Общий вид детали - «Вал» показан ниже на рисунке 2.

Таблица 1 – Параметры материала детали – Сталь 40

Наименование параметра	Единица измерения параметра	Значение параметра
Предел прочности при растяжении	кгс/мм <sup>2</sup>	96
Предел прочности при изгибе	кгс/мм <sup>2</sup>	60
Плотность материала	Мг/м <sup>3</sup>	7,85
Твердость	НВ	160-190
Условный предел текучести	кгс/мм <sup>2</sup>	76
Коэффициент ударной вязкости	кДж/м <sup>2</sup>	57

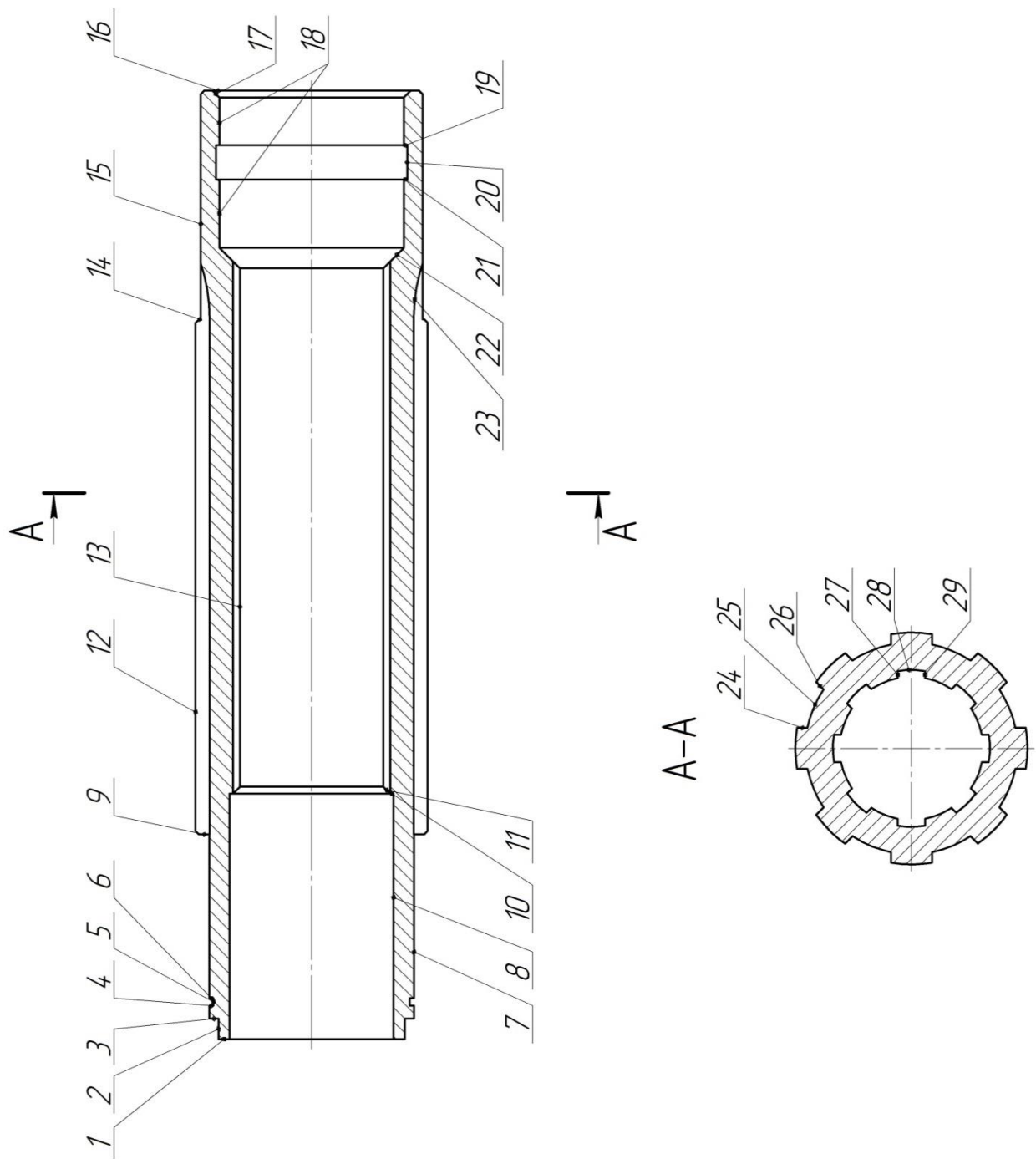


Рисунок 2 – Общий вид детали - «Вал»

Таблица 2 – Химический состав – Сталь 40

Наименование элемента	Единица измерения	Значение
Углерод	%	около 0,36-0,44



## Продолжение таблицы 2

Наименование элемента	Единица измерения	Значение
Марганец	%	около 0,38
Кремний	%	около 0,11-0,17
Никель	%	около 0,3
Фосфор	%	около 0,04
Медь	%	около 0,35
Хром	%	около 0,2
Железо	%	остальное

### 1.2 Классификация поверхностей детали

Основываясь на общем виде детали с нумерацией поверхностей, приведенном на рисунке 2, расклассифицируем все поверхности детали, 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	7,9,14,15
Вспомогательные конструкторские базы	12,13
Исполнительные	24,26,27,29
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	$K_{у.э.} = Q_{у.э.} / Q_{э}$	$K_{у.э.} = 29 / 29 = 1$
Коэффициент использования материала	$K_{и.м.} = M_{д} / M_{з}$	$K_{и.м.} = 3,9 / 7 = 0,56$
Коэффициент точности	$K_{тч} = 1 - 1 / T_{ср}$	$K_{тч} = 1 - (1 / 8,6) = 0,88$
Коэффициент шероховатости	$K_{ш} = 1 / Ш_{ср}$	$K_{ш} = 1 / 3,9 = 0,25$

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

#### 1.4 Задачи работы

Цель бакалаврской работы, ранее сформулированная в разделе «Введение», для своей реализации требует решения следующих задач:

- 1) Решить задачу анализа исходных данных, для проектирования технологического процесса;
- 2) Решить задачу выбора заготовки и ее проектирования;
- 3) Решить задачу по разработке технологического процесса;
- 4) Решить задачу проектирования приспособления и специального инструмента;
- 5) Решить задачу обеспечения мероприятия по охране труда;
- 6) Рассчитать экономический эффект работы.

## 2 Разработка технологической части работы

### 2.1 Выбор типа производства и его стратегии

Определение типа производства по методике, предложенной в [17], позволяет сделать это быстро, используя минимум данных. Годовая программа выпуска деталей  $N=1000$  шт/год, масса детали  $m=3,9$  кг. Для данных приведенных выше, по таблице 4.2 [17] 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

Согласно техническим требованиям на чертеже детали «Вал приводной сверлильного станка» заготовкой для данной детали должен быть прокат-труба 75-17,5-3000 ГОСТ 8734-75. Из одного такого проката трубы можно изготовить десять заготовок для данной детали. Масса одной такой заготовки будет составлять 7 килограммов.

## 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 5.

Таблица 5 - Технологический маршрут изготовления поверхностей детали - «Вал»

№ пов.	Шероховатость $R_a$ , мкм	Квалитет точности	Вид поверхности	Последовательность обработки
1	3,2	9	Плоская	Прокат (труба)-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка
2	3,2	9	Цилиндрическая	Прокат (труба)-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка
3	3,2	9	Плоская	Прокат (труба)-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка
4	3,2	9	Плоская	Прокат (труба)-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка
5	3,2	9	Цилиндрическая	Прокат (труба)-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка

Продолжение таблицы 5

№ пов.	Шероховатость $R_a$ , мкм	Квалитет точности	Вид поверхности	Последовательность обработки
6	3,2	9	Плоская	Прокат (труба)-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка
7	1,25	6	Цилиндрическая	Прокат (труба)-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка-Шлифование
8	12,5	12	Цилиндрическая	Прокат (труба)-Точение черновое -Термообработка
9	3,2	9	Плоская	Прокат (труба)-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка
10	12,5	12	Плоская	Прокат (труба)-Точение черновое -Термообработка
11	12,5	12	Плоская	Прокат (труба)-Точение черновое -Термообработка
12	2,5	7	Цилиндрическая	Прокат (труба)-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка-Шлифование
13	2,5	8	Цилиндрическая	Прокат (труба)-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка-Внутришлифование
14	3,2	9	Плоская	Прокат (труба)-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка
15	1,25	6	Цилиндрическая	Прокат (труба)-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка-Шлифование
16	3,2	9	Плоская	Прокат (труба)-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка
17	12,5	12	Плоская	Прокат (труба)-Точение черновое -Термообработка
18	12,5	12	Цилиндрическая	Прокат (труба)-Точение черновое -Термообработка
19	12,5	12	Плоская	Прокат (труба)-Точение черновое -Термообработка
20	12,5	12	Цилиндрическая	Прокат (труба)-Точение черновое -Термообработка
21	12,5	12	Плоская	Прокат (труба)-Точение черновое -Термообработка
22	12,5	12	Плоская	Прокат (труба)-Точение черновое -Термообработка
23	3,2	9	Цилиндрическая	Прокат (труба)-Фрезерование-Термообработка

Продолжение таблицы 5

№ пов.	Шероховатость $R_a$ , мкм	Квалитет точности	Вид поверхности	Последовательность обработки
24	3,2	9	Плоская	Прокат (труба)-Фрезерование-Термообработка
25	12,5	12	Цилиндрическая	Прокат (труба)-Фрезерование-Термообработка
26	3,2	9	Плоская	Прокат (труба)-Фрезерование-Термообработка
27	3,2	8	Плоская	Прокат (труба)-Протягивание-Термообработка
28	3,2	8	Цилиндрическая	Прокат (труба)-Протягивание-Термообработка
29	3,2	8	Плоская	Прокат (труба)-Протягивание-Термообработка

Используя данные, по обработке отдельных поверхностей, представленные выше в таблице 5, можно перейти ко второму этапу разработки технологического процесса. Для систематизации и упорядочения сведений второй этап разработки технологического процесса представим в виде таблицы 6.

Таблица 6 - Технологический процесс изготовления детали - «Вал»

№ операции	Установ	Номер перехода	Шероховатость $R_a$ , мкм	Квалитет точности	Номера обрабатываемых поверхностей	Наименование операции
000	-	-	80	14	все	Заготовительная
010	А	1	12,5	12	14,15,16	Токарнофрезерная
		2	3,2	9	14,15,16	
		3	12,5	12	17,18,22	
		4	12,5	12	19,20,21	
	Б	1	12,5	12	1,2,3,7,9	
		2	3,2	9	1,2,3,7,9	
		3	12,5	12	4,5,6	
		4	12,5	12	8,10,11	
		5	3,2	9	24,25,26	
020	-	-	3,2	9	27,28,29	Протяжная
030	-	-	-	-	все	Термическая
040	-	-	1,25	6	15	Шлифовальная
050	-	-	1,25	6	7	Шлифовальная

## Продолжение таблицы 6

№ операции	Установ	Номер перехода	Шероховатость $R_a$ , мкм	Квалитет точности	Номера обрабатываемых поверхностей	Наименование операции
060	-	-	2,5	8	13	Внутришлифовальная
070	-	-	2,5	7	12	Шлифовальная
080	-	-	-	-	все	Моечная
090	-	-	-	-	все	Контрольная

Данные по разработке технологического процесса, представленные в таблице 6, 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 7-10.

Таблица 7 - Выбор оборудования для изготовления детали - «Вал»

№ операции	Наименование операции	Наименование оборудования
000	Заготовительная	-
010	Токарнофрезерная	Токарный обрабатывающий центр DMG Gildemeister CTX 410
020	Протяжная	Горизонтально протяжной станок 7A534
030	Термическая	-
040	Шлифовальная	Шлифовальный станок R-grind 1565
050	Шлифовальная	Шлифовальный станок R-grind 1565
060	Внутришлифовальная	Внутришлифовальный станок FANUC LT
070	Шлифовальная	Шлифовальный станок R-grind 1565
080	Моечная	Камерная моечная машина
090	Контрольная	-

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

№ операции	Наименование операции	Наименование оснастки
000	Заготовительная	-
010	Токарнофрезерная	Патрон с делительной головкой
020	Протяжная	Приспособление специальное
030	Термическая	-
040	Шлифовальная	Люнет самоцентрирующий, патрон
050	Шлифовальная	Люнет самоцентрирующий, патрон
060	Внутришлифовальная	Люнет самоцентрирующий, патрон
070	Шлифовальная	Люнет самоцентрирующий, патрон
080	Моечная	-
090	Контрольная	-

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

№ операции	Наименование операции	Наименование инструмента
000	Заготовительная	-
010	Токарнофрезерная	Установ А. Переход 1. Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max® P для точения SANDVIC
		Установ А. Переход 2. Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max® P для точения SANDVIC
		Установ А. Переход 3. Державки QS Coro Turn Prime для растачивания; Режущая пластина T-Max® P для растачивания SANDVIC
		Установ А. Переход 4. Державки QS Coro Turn Prime для растачивания; Режущая пластина T-Max® P для растачивания SANDVIC



Продолжение таблицы 9

№ операции	Наименование операции	Наименование инструмента
		Установ Б. Переход 1. Державки QS Cogo Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max® P для точения SANDVIC
		Установ Б. Переход 2. Державки QS Cogo Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max® P для точения SANDVIC
		Установ Б. Переход 3. Державки QS Cogo Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max® P для точения канавки SANDVIC
		Установ Б. Переход 4. Державки QS Cogo Turn Prime для растачивания; Режущая пластина T-Max® P для растачивания SANDVIC
		Установ Б. Переход 5. Фреза концевая диаметр 8 SANDVIC
020	Протяжная	Протяжка шлицевая P6M5
030	Термическая	-
040	Шлифовальная	Круг шлифовальный 1-300×38×50 24AF08LV5
050	Шлифовальная	Круг шлифовальный 1-300×38×50 24AF08LV5
060	Внутришлифовальная	Круг внутришлифовальный 1-38×70×25 91AF90L7B
070	Шлифовальная	Круг шлифовальный 1-300×38×50 24AF10LV5
080	Моечная	-
090	Контрольная	-

Таблица 10 - Выбор средств контроля для изготовления детали - «Вал»

№ операции	Наименование операции	Наименование оснастки
000	Заготовительная	-
010	Токарнофрезерная	Штангенциркуль, микрометр, биенмер
020	Протяжная	Штангенциркуль
030	Термическая	-
040	Шлифовальная	Микрометр, биенмер
050	Шлифовальная	
060	Внутришлифовальная	
070	Шлифовальная	
080	Моечная	-
090	Контрольная	-

## 2.5 Разработка технологических операций

Для удобства расчета и визуализации параметры технологических операций изготовления шпинделя представим в виде таблицы 11,

приведенной ниже. Расчет режимов резания проведем с использованием онлайн калькулятора SANDVIC.

Таблица 11 – Режимы резания и нормы времени для технологического процесса изготовления детали - «Вал»

№ операции	Наименование операции	№ установка	№ 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	Токарнофрезерная	А	1	240	247	0,45	800	0,67	8,2
			2	240	69	0,4	1200	0,14	
			3	240	48	0,45	800	0,13	
			4	240	3	0,45	800	0,01	
		Б	1	240	92	0,45	800	0,26	
			2	240	92	0,4	1200	0,29	
			3	240	3	0,45	800	0,01	
			4	240	74	0,45	800	0,21	
			5	240	1240	0,4	1000	3,1	
020	Протяжная	-	-	2400	474	-	-	0,3	0,8
030	Термическая	-	-	-	-	-	-	-	-
040	Шлифовальная	-	-	480	4	0,12	2000	0,02	0,04
050	Шлифовальная	-	-	480	14	0,12	2000	0,06	0,13
060	Внутришлифовальная	-	-	480	154	0,1	2500	0,4	0,9
070	Шлифовальная	-	-	480	155	0,12	2000	0,65	1,37
080	Моечная	-	-	-	-	-	-	-	-
090	Контрольная	-	-	-	-	-	-	-	-

Чертежи технологических наладок на операции 020 Протяжная и 060 Внутришлифовальная представлены в графической части 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 шлифовальных операциях механической обработки ТП изготовления вала приводного сверлильного станка. Лимитирующей операцией по усилиям резания является шлифование поверхности 12 на операции 040 Шлифовальная.

Составляющие сил резания  $P_{y,z} = 2230$  Н,  $P_y = 1120$  Н.

При шлифовании поверхности сила  $P_z$  стремится развернуть заготовку относительно оси инструмента, создавая момент резания, определяемый по формуле (1):

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

Повороту заготовки препятствуют сила закрепления  $W$ . Момент закрепления определяется по формуле (2):

$$M_3 = W \times l_w'' \quad (2)$$

Приравняв момент закрепления и момент резания, определяем величину силы зажима по формуле (3):

$$W_1'' = \frac{k \times P_z \times d_{z(1)}}{d_w'' \times t} \quad (3)$$

где  $k$  – коэффициент запаса,

$$k = 2 \text{ [2, стр. 41].}$$

Подставляя полученные данные в формулу (3), определяем силу закрепления:

$$W_1'' = \frac{2 \times 2230 \times 65}{60 \times 3} = 1610H$$

Действию горизонтальной силы  $P_y$  препятствует действие сил трения роликов люнета. Сила зажима определяется по формуле (4):

$$W_1' = \frac{k \times P_y}{3 \times (f + f_1)}, \quad (4)$$

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

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

$$W_1' = \frac{2 \times 1120}{3 \times (0,3 + 0,3)} = 1244H$$

Для дальнейших расчетов принимаем наибольшее значение силы зажима:  $W = 1610H$ .

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.

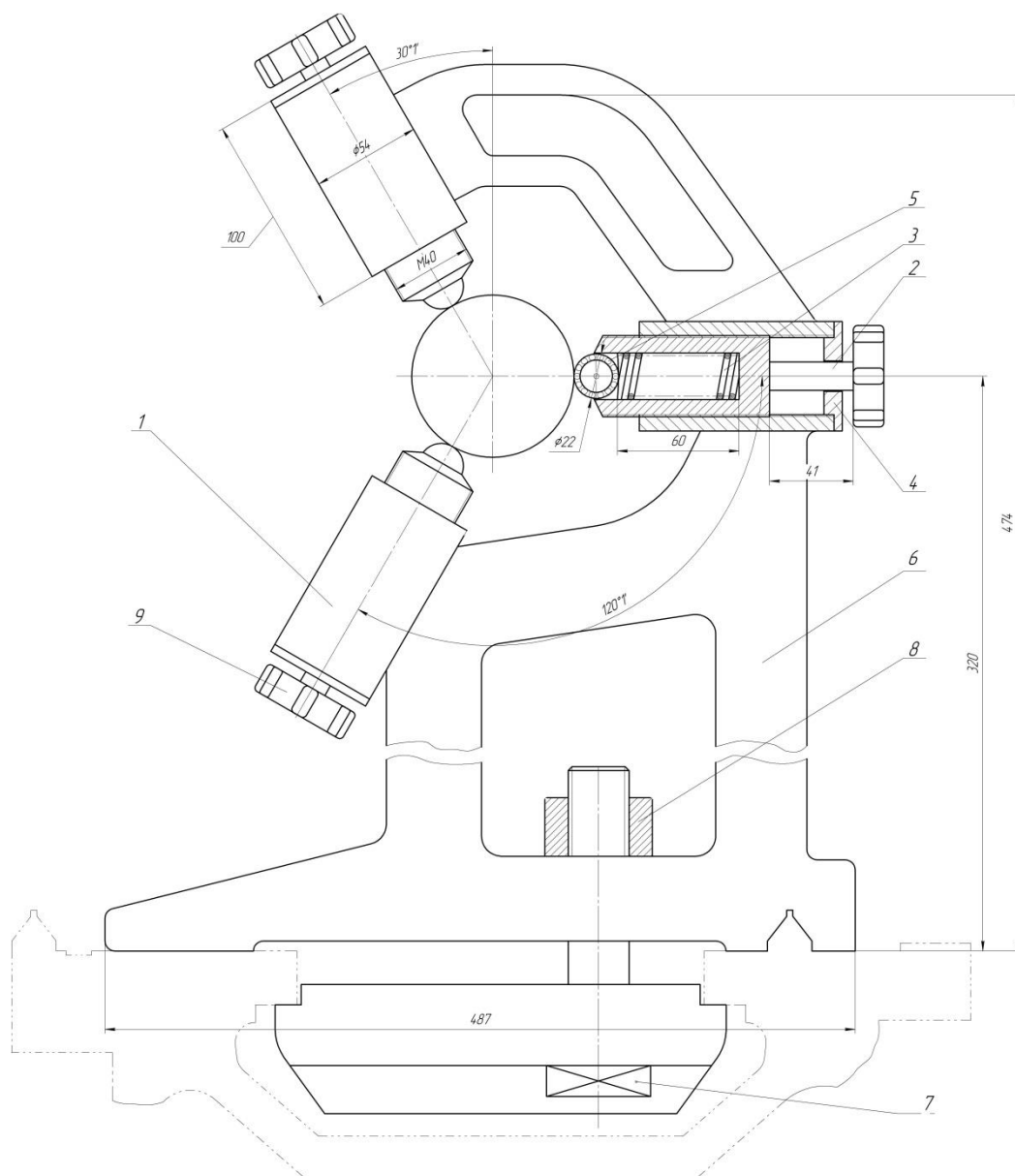


Рисунок 3 – Общий вид самоцентрирующего люнета

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

### 3.2 Совершенствование инструмента

Совершенствование конструкции инструмента имеет своей целью повышение производительности и качества изготовления вала приводного сверлильного станка. Совершенствование будем проводить на основе литературных исследований. Основная идея совершенствования изложена в патенте РФ №190141 , авторов Кондрашова А.Г. и Егорова Б.Е.

В настоящее время протяжки для обработки отверстий в основном выполняются с приваренным передним хвостовиком. Соединение переднего хвостовика, выполненного из конструкционной стали, и режущей части осуществляется сваркой трением. Задний хвостовик, как правило, выполняют заодно с режущей частью из инструментальной стали. После выработки ресурса протяжки она утилизируется вместе с передним и задним хвостовиками. Не смотря на то, что хвостовики изнашиваются незначительно, повторное использование их невозможно.

Обзор литературных и патентных источников позволил выявить ряд сборных конструкций протяжек, позволяющих повторное использование хвостовиков протяжек.

Известна сборная протяжка, содержащая режущую часть и хвостовик, соединенный с режущей частью посредством резьбы и центрированием с помощью цилиндрического пояска (Шатин В.П., Шатин Ю.В. Справочник конструктора-инструментальщика. М.: «Машиностроение», 1975, стр. 370).

Недостатком такой сборной протяжки является невозможность точной ориентации конструктивных элементов хвостовика (ориентирующие лыски) относительно конструктивных элементов режущей части (шлицевые или фасонные зубья).

Изобретением решается задача повышения ресурса протяжки в целом за счет повторного использования стержня с хвостовиками и увеличения количества переточек режущих и калибрующих блоков. Однако выполнение конструкции протяжки в виде стержня с размещенными на нем дисковыми

режущими блоками технологически осуществимо и целесообразно лишь для протяжек больших диаметров (не менее 50 мм). В то же время конструкция получается ослабленной за счет уменьшения площади опасного сечения, а возможность снизить усилия резания за счет уменьшения подъема зубьев приведет к увеличению длины протяжки или необходимости выполнить ее из нескольких секций. Таким образом, техническое решение возможно использовать для ограниченного диапазона изделий, имеющих диаметр отверстия меньше 50 мм и сравнительно небольшие длину протягивания и/или величину снимаемого припуска.

В качестве ближайшего аналога выбрана сборная протяжка, содержащая механически соединенные между собой режущую часть и имеющий ориентирующий участок хвостовик, закрепленный с режущей частью с базированием по диаметру и по торцу, по крайней мере, двумя крепежными элементами, один из которых закрепляет с поджатием к торцу своей конической частью, выполненной со смещением оси крепежного элемента относительно сопряженного конического отверстия режущей части, второй крепежный элемент выполнен аналогично первому без смещения осей или с незначительным смещением, причем величина смещения первого элемента  $\Delta h_1=0,3...1$  мм, а второго элемента -  $\Delta h_2=0...0,05$  мм в направлении, позволяющем прижать торец хвостовика к опорному торцу режущей части (RU №43485 U1, МПК В23D 43/02 (2000.01), опублик. 27.01.2005).

Технической задачей, на решение которой направлена полезная модель, является повышение прочности хвостовой части сборной протяжки для средних и больших диаметров (свыше 40 мм).

Указанная задача решается тем, что в протяжке сборной, содержащей режущую часть и имеющий ориентирующий участок хвостовик, механически соединенные между собой с помощью крепежного элемента с базированием по диаметру и по торцу, режущая часть и хвостовик выполнены с резьбовыми участками, при этом режущая часть имеет цилиндрическое

центральное отверстие и поперечный паз, а хвостовик – выступающую цилиндрическую часть, у основания которой выполнен выступ, крепежный элемент выполнен в виде дифференциальной гайки, содержащей два резьбовых участка с различными шагами, сопрягаемыми соответственно с резьбовым участком на режущей части и резьбовым участком на хвостовике.

Совокупность отличительных признаков, заключающаяся в том, что режущая часть и хвостовик выполнены с резьбовыми участками, при этом режущая часть имеет цилиндрическое центральное отверстие и поперечный паз, а хвостовик – выступающую цилиндрическую часть, у основания которой выполнен выступ, крепежный элемент выполнен в виде дифференциальной гайки, содержащей два резьбовых участка с различными шагами, сопрягаемыми соответственно с резьбовым участком на режущей части и резьбовым участком на хвостовике, позволяет обеспечить точную ориентацию и надежный прижим хвостовика и режущей части за счет технологических конструктивных элементов, таких как цилиндрические поверхности, плоскости и резьбы, и обеспечения максимальных площадей в опасных сечениях, за счет чего достигается повышение прочности хвостовой части сборной протяжки.

Протяжка сборная, рисунки 4,5, содержит режущую часть 1 и хвостовик 2 механически соединенные между собой дифференциальной гайкой 3.

Режущая часть имеет цилиндрическое центрующее отверстие 4, заканчивающееся торцевым поперечным пазом 5, и резьбовой участок 6. Хвостовик 2 выполнен с ориентирующим участком 7, выступающей цилиндрической частью 8, у основания которой выполнен ответный пазу 5 выступ 9, опорным торцом 10 и резьбовым участком 11.

Дифференциальная гайка 3 содержит два резьбовых участка 12 и 13 с различными шагами.

Сборка протяжки осуществляется следующим образом.



Хвостовик 2 соединяют с режущей частью 1 базированием по цилиндрической поверхности (по диаметру) части 8 и по торцу 10 за счет поперечного паза 5 на режущей части и входящего в него выступа 9 на хвостовике 2. Прижим хвостовика 2 к режущей части 1 осуществляют дифференциальной гайкой 3, резьбовой участок 12 которой сопрягается с резьбовым участком 6 на режущей части 1, а резьбовой участок 13 – с резьбовым участком 11 на хвостовике 2.

Стопорение резьбового соединения осуществляют винтом 14 через проставку 15.

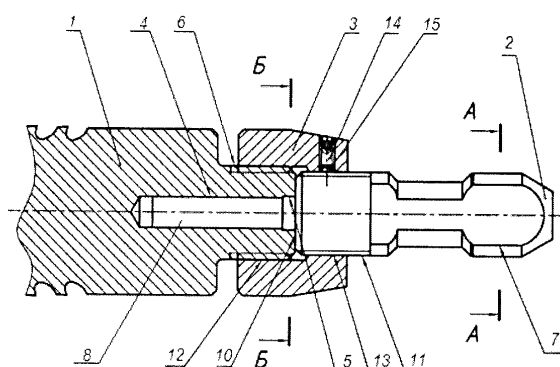


Рисунок 4 – Общий вид протяжки

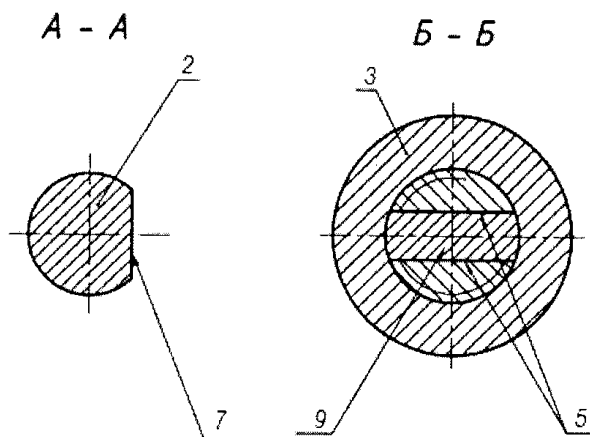


Рисунок 5 – Сечения протяжки

Для сравнения предлагаемой конструкции сборной протяжки и ближайшего аналога приведем расчет максимального усилия протягивания из условия прочности деталей в опасном сечении. Для сравнения выбраны протяжки с диаметром направляющей части 64 мм и диаметром хвостовика 32 мм.

Характеристика деталей ближайшего аналога, рисунок 6.

Режущая часть протяжки:

Площадь опасного сечения  $F_1=1919 \text{ мм}^2$ ,

Материал детали - сталь Р6М5К5,

Предел прочности на растяжение  $[\sigma]_{p1}=400 \text{ МПа}$ ,

Максимально допустимое усилие протягивания:

$P_1=[\sigma]_{p1} \cdot F_1=400 \cdot 1919=767\,600 \text{ Н}$ .

Хвостовик:

Площадь опасного сечения  $F_2=545,6 \text{ мм}^2$ ,

Материал детали - сталь 40Х,

Предел прочности на растяжение  $[\sigma]_{p2}=300 \text{ МПа}$ .

Максимально допустимое усилие протягивания:

$P_2=[\sigma]_{p2} \cdot F_2=300 \cdot 545=163\,500 \text{ Н}$ .

Характеристики деталей предлагаемого решения:

Опасное сечение №1 (сечение В - В на рисунке 7).

Гайка:

Площадь опасного сечения  $F_1=2199 \text{ мм}^2$ ,

Материал детали - сталь 40Х,

Предел прочности на растяжение  $[\sigma]_{p1}=300 \text{ МПа}$ .

Максимально допустимое усилие протягивания:

$P_1=[\sigma]_{p1} \cdot F_1=300 \cdot 2199=659\,700 \text{ Н}$ .

Режущая часть протяжки:

Площадь опасного сечения  $F_2=905 \text{ мм}^2$ ,

Материал детали - сталь Р6М5К5,

Предел прочности на растяжение  $[\sigma]_{p2}=400 \text{ МПа}$ .

Максимально допустимое усилие протягивания:

$$P_2 = [\sigma] p_2 \cdot F_2 = 400 \cdot 905 = 362\,000 \text{ Н.}$$

Опасное сечение №2 (сечение Г - Г на рисунке 7).

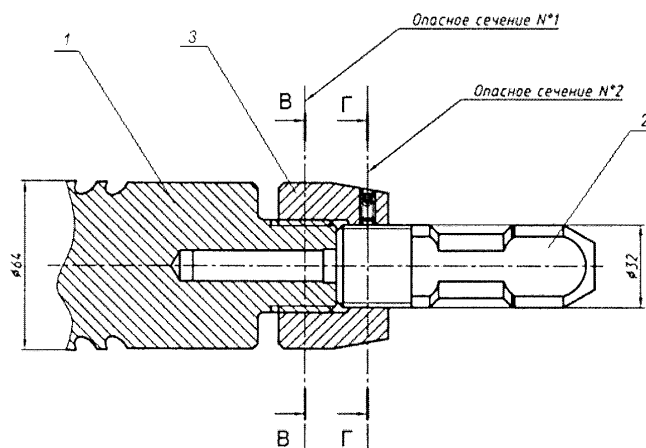


Рисунок 6 – Общий вид усовершенствованной протяжки

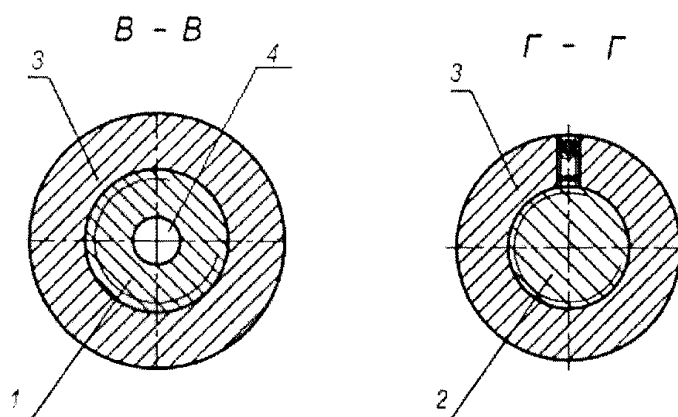


Рисунок 7 – Сечения усовершенствованной протяжки

Гайка:

$$\text{Площадь опасного сечения } F_1 = 1852 \text{ мм}^2,$$

Материал детали - сталь 40Х,

Предел прочности на растяжение  $[\sigma] p_1 = 300 \text{ МПа}$ .

Максимально допустимое усилие протягивания:

$$P_1 = [\sigma] p_1 \cdot F_1 = 300 \cdot 1852 = 555\,600 \text{ Н.}$$

Хвостовик:

$$\text{Площадь опасного сечения } F_2 = 804 \text{ мм}^2,$$

Материал детали - сталь 40Х,

$$\text{Предел прочности на растяжение } [\sigma] p_2 = 300 \text{ МПа.}$$

Максимально допустимое усилие протягивания:

$$P_2 = [\sigma] p_2 \cdot F_2 = 300 \cdot 804 = 241\,200 \text{ Н.}$$

Как показывают расчеты, лимитирующим элементом выступает хвостовик протяжки, и предлагаемая конструкция позволяет добиться значительно более высокого (на 47,5%) усилия протягивания без опасности разрушения этого элемента.

При этом на протяжку действуют максимальные растягивающие напряжения, которые не превышают допустимых напряжений в опасных сечениях. После обработки заготовки, ее снимают со стола, а протяжку поднимают за задний хвостовик вспомогательным патроном. После возвращения протяжки в исходное положение ее задний хвостовик освобождают.

Применение описанной выше конструкции протяжки, позволяет увеличить качество обрабатываемой детали – вала. Таким образом, цель литературных исследований достигнута.

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

Задача раздела – проектирование технологии изготовления вала приводного сверлильного станка с учетом требований стандартов по безопасности.

### 4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

В таблице 12 приведены данные по выбранной операции [7].

Таблица 12 - Паспорт объекта

Объект	Технологическая операция	Наименование должности работника	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы и вещества
Заготовительная	Прокатка	Оператор	Прокатный стан	Сталь 40 , смазки графитовые
Механическая обработка	Токарнофрезерная операция	Оператор станков с ЧПУ	Токарный обрабатывающий центр DMG Gildemeister CTX 410; Патрон с делительной головкой	Сталь 40, СОЖ, ветошь
Механическая обработка	Шлифовальная операция	Шлифовщик	Шлифовальный станок R-grind 1565; патрон самоцентрирующий, люнет	Сталь 40, СОЖ, ветошь

### 4.2 Идентификация профессиональных рисков

В таблице 13 рассматриваются риски. В подразделе приводится систематизация производственно-технологических и эксплуатационных рисков, к которым относят вредные и опасные производственные факторы,

источником которых являются оборудование и материалы, используемые при изготовлении вала.

Таблица 13 - Определение рисков

Технологическая операция	Опасный и вредный производственный фактор (ОВПФ)	Источник ОВПФ
Прокатка	ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания Факторы физического воздействия: Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты	Прокатный стан
Точение черновое, чистовое, Шлифование	Факторы физического воздействия: Неподвижные части колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов Движущиеся твердые объекты ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел ОВПФ, связанные с электрическим током ОВПФ, связанные с электромагнитными полями Факторы химического воздействия: токсического, раздражающего (через органы дыхания) Факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия: Статическая нагрузка Перенапряжение анализаторов	Токарный обрабатывающий центр DMG Gildemeister CTX 410; Шлифовальный станок R-grind 1565; зона резания, зажимные кулачки патрона, резцы, СОЖ, стружка Заготовка, инструмент Пульт управления станком, смазки Манипуляция заготовкой, контроль и управление

### 4.3 Методы и технические средства снижения рисков

В под разделе выбраны методы и средства снижения профессиональных рисков, которые необходимо использовать для защиты, или частичного снижения или полного устранения вредного и/или опасного

фактора при изготовлении вала. Снижение рисков достигается мерами (таблица 14).

Таблица 14 – Мероприятия снижения уровня ОВПФ

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

#### 4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

В таблицах 15 – 18 рассматриваются источники пожарной опасности, а также средства, которые необходимо применить, и меры организационного характера, которые необходимо использовать, для обеспечения пожарной безопасности.

Таблица 15 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие факторы при пожаре
Прокатный	Прокатный стан	Класс D	Пламя и искры; тепловой поток	Части оборудования, изделий и иного имущества
Участок обработки вала	Токарный обрабатывающий центр DMG Gildemeister CTX 410; Шлифовальный станок R-grind 1565	Класс B, E	Пламя и искры; неисправность электропроводки; возгорание промасленной ветоши	Части оборудования, изделий и иного имущества; Вынос напряжения на токопроводящие части станка; воздействие огнетушащих веществ

Таблица 16 – Выбор средств пожаротушения

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



Таблица 17 – Средства защиты и пожаротушения

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

Таблица 18 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Процесс, оборудование	Организационно-технические меры	Нормативные требования
Технология изготовления вала, Токарный обрабатывающий центр DMG Gildemeister CTX 410; Шлифовальный станок R-grind 1565	Применение смазочно-охлаждающих жидкостей с использованием негорючих веществ Хранение промасленной ветоши в негорючих ящиках ; Общее руководство и контроль за состоянием пожарной безопасности на предприятии.	Наличие пожарной сигнализации, Наличие автоматической системы пожаротушения, первичные средства пожаротушения, проведение инструктажей

#### 4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Результаты анализа в таблицах 19 и 20. Мероприятия направлены на защиту гидросферы, атмосферы и литосферы.

Таблица 19 – Определение экологически опасных факторов объекта

Производственный технологический процесс	Структурные элементы технологического процесса	Опасные и вредные выбросы в воздух	Сточные воды	Воздействие объекта на литосферу
Технологический процесс изготовления вала	Токарный обрабатывающий центр DMG Gildemeister CTX 410; Шлифовальный станок R-grind 1565	Стружка Токсические испарения Масляный туман	Взвешенные вещества и нефтепродукты отработанные жидкие среды	Отходы стружки Промасленная ветошь Растворы жидкостей

Таблица 20 – Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

Объект воздействия	Технология изготовления вала
на атмосферу	Фильтрационные системы для системы вентиляции участка
на гидросферу	Локальная многоступенчатая очистка сточных вод
на литосферу	Разделение, сортировка, утилизация на полигонах отходов

#### 4.6 Выводы по разделу

Рассматривается обработка на заготовительной, токарной и шлифовальной операциях. Подробно рассмотрена выполняемая на токарном обрабатывающем центре DMG Gildemeister CTX 410 операция, которая включает переходы точения. Задействован оператор станков с ЧПУ. Приспособление – патрон с делительной головкой. Инструмент контурный, канавочный резцы. Применяются материалы: Сталь 40, СОЖ - эмульсия, ветошь (таблица 12).

Идентификация профессиональных рисков выполнена для токарной операции, что позволило определить ОВПФ. Это неподвижные колющие, режущие, обдирающие части твердых объектов, движущиеся твердые объекты, ОВПФ, связанные с чрезмерным высоким уровнем температуры объектов, чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, механическими колебаниями твердых тел, акустическими колебаниями твердых тел, электрическим током и электромагнитными полями, токсического, раздражающего воздействия (через органы дыхания), статической нагрузкой и перенапряжением анализаторов (таблица 13).

Для их устранения и снижения негативного воздействия применяются такие методы и средства, как защитный кожух и ограждение, демпфирующие опоры станка, снижение времени контакта с вибрирующими поверхностями, покрытие звукопоглощающими материалами, заземление станка и изоляция токоведущих частей, соблюдение регламентированных перерывов на отдых,

а также инструктажи по охране труда, (таблица 14).

Выполнена определение класса, опасных факторов пожара для участка изготовления вала (таблица 15). Проводится выбор средств пожаротушения (таблица 16, 17), мер по обеспечению пожарной безопасности процесса изготовления вала (таблица 18).

Определены негативные факторы воздействия процесса изготовления вала на окружающую среду (таблица 19). Указаны организационно-технические мероприятия по снижению вредного антропогенного влияния технологии на экологию: атмосферы – оснащение фильтрующими элементами системы производственной вентиляции, гидросферы – использованием системы многоступенчатой очистки сточных вод; литосферы – сортировкой отходов и их утилизацией на специальных полигонах (таблица 20).

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

## 5 Экономическая эффективность работы

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

В рамках данной бакалаврской работы был разработан технологический процесс изготовления вала приводного сверлильного станка, которое кратко можно представить следующим образом:

- 000 операция – заготовительная;
- 010 операция – токарно-фрезерная;
- 020 операция – протяжная;
- 040, 050 и 070 операции – шлифовальные;
- 060 операция – внутришлифовальная;
- 030, 080 и 090 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 необходимого количества оборудования и коэффициента его загрузки» [10, с. 12-13]. 2. «Расчет технологической себестоимости технологического процесса» [10, с. 17-19]. 3. «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 8 показан коэффициент загрузки используемого оборудования по операциям.

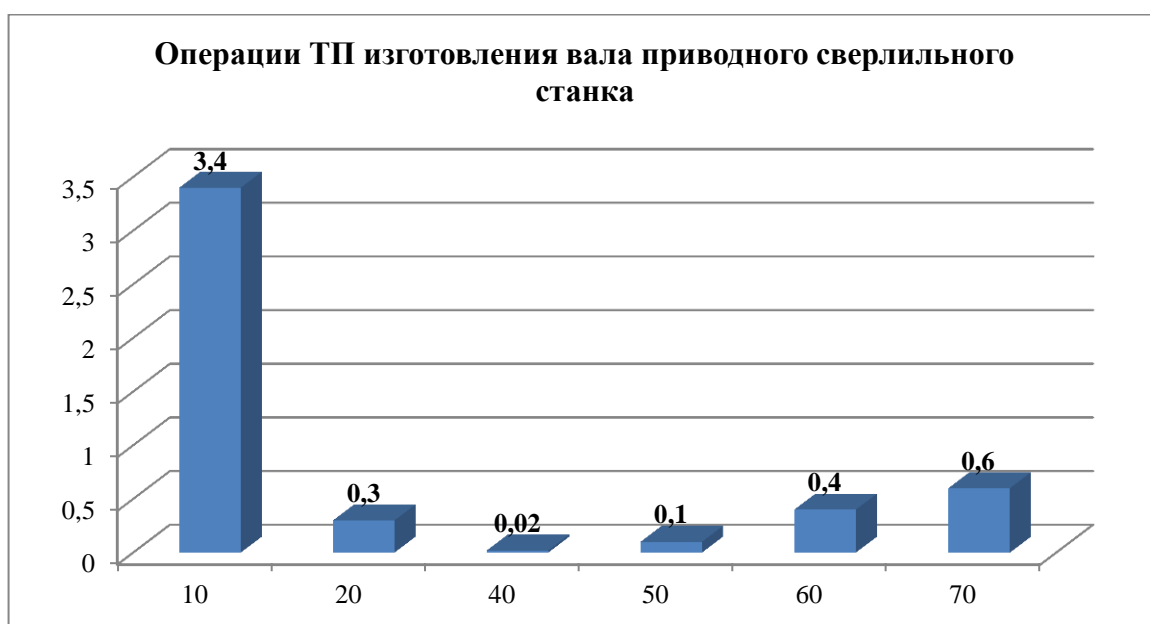


Рисунок 8 – Коэффициент загрузки оборудования по операциям ТП, %

Из рисунка 8 видно, что оборудование загружено не значительно, это объясняется не большой программой выпуска детали, всего 1000 штук в год, и режимом работы в две смены.

На рисунке 9 представлено долевое соотношение параметров, входящих в технологическую себестоимость изготовления детали.

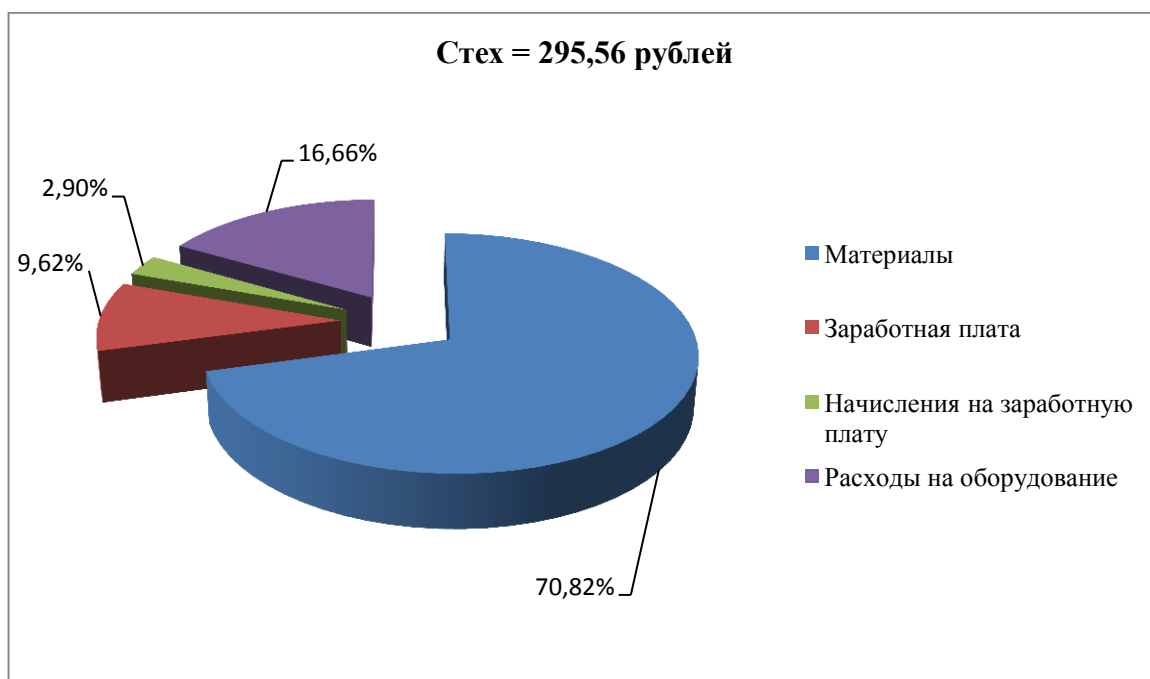


Рисунок 9 – Доли параметров, входящих в технологическую себестоимость

Анализируя представленные на рисунке 9 данные, можно сделать вывод о том, что самой затратной статьёй являются расходы на материал, так как они составляют почти 71% от всей величины технологической себестоимости. Такой объём получился из-за способа получения заготовки и используемого материала. Второй, по величине, статьёй расходов являются расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, с объёмом почти 17% от всей величины технологической себестоимости. Превышение данной статьи над зарплатой обосновывается моделями применяемого в технологическом процессе оборудования импортного производства.

На рисунке 10 показана калькуляция себестоимости изготовления.

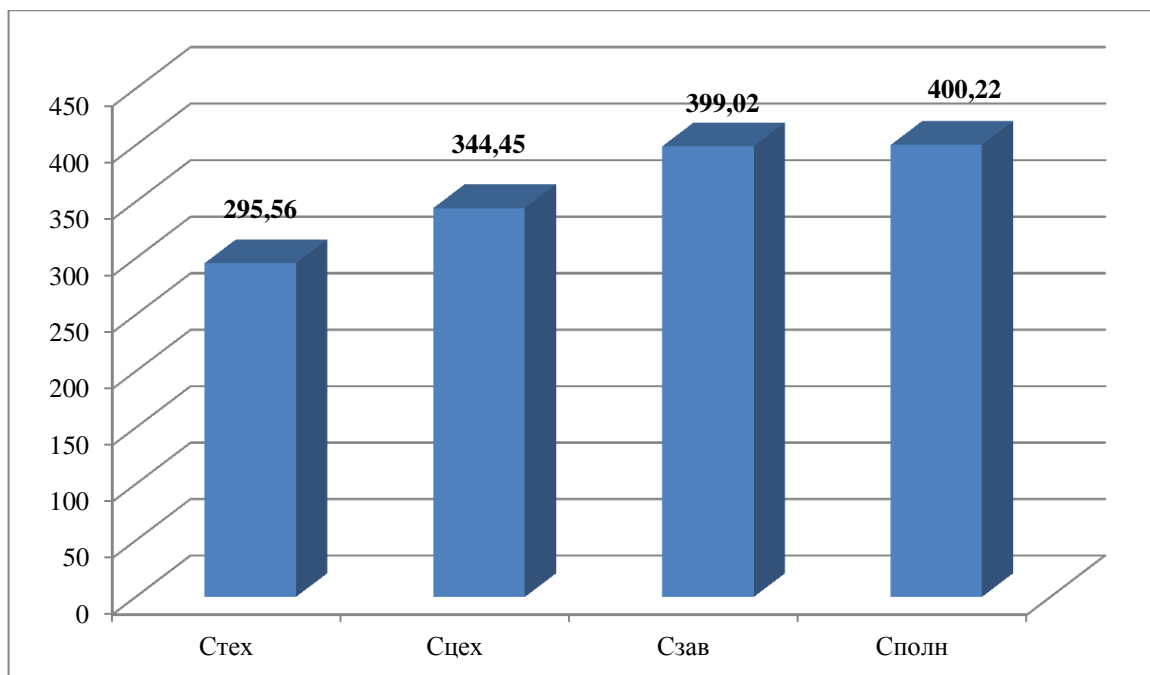


Рисунок 10 – Калькуляция себестоимости обработки детали, руб.

На рисунке 10 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 400,22 руб. за единицы, производимой по данному технологическому процессу, изделия.

На рисунке 11 представлены значения и их долевое соотношение, повлиявшие на величину капитальных вложений (инвестиций), необходимых для внедрения описанного технологического процесса.

Анализируя данные, представленные на рисунке 11, можно сделать вывод о том, что больше всего средств необходимо будет вложить в основное технологическое оборудование, величина которых составляет 206553 руб. или 69% 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 2,4 % до 9 % от общей величины.

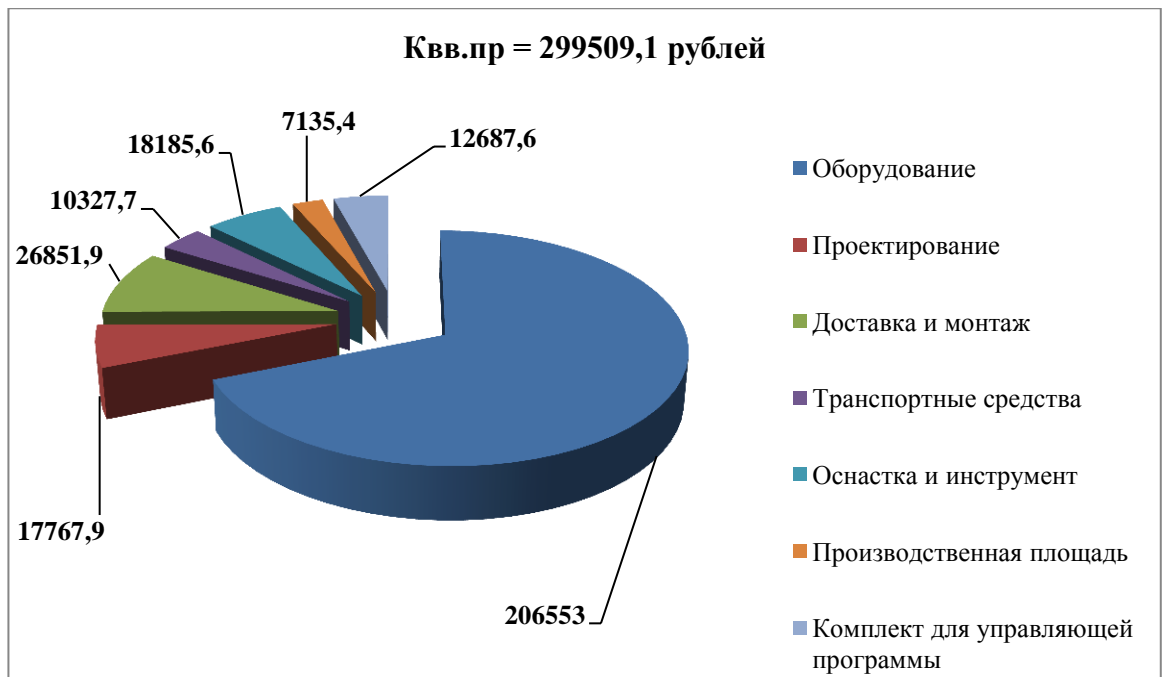


Рисунок 11 – Величина инвестиций и параметры, оказывающие на них влияние, руб.

Применяемая методика определения срока окупаемости [10, с. 20-22], позволила определить, что за счет заложенной рентабельности производства в 25 %, позволяющей получить 80076 руб. чистой прибыли, вложенные инвестиции окупятся в течение 4 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 47508,4 руб. и индекс доходности с величиной 1,16 руб./руб. Анализируя полученные данные и описание рекомендуемых значений, можно сделать вывод об эффективности разработанного технологического процесса вала приводного сверлильного станка.



## 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 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 технологического процесса, в пояснительной записке бакалаврской работы;
- проведена разработка чертежа плана обработки 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;
- проведен расчет экономического эффекта, который получается за счет введения прогрессивной технологии и оснастки, составляет 47508,4 рублей.

В результате этого можно сказать, что цель бакалаврской работы разработка технологического процесса изготовления вала приводного сверлильного станка 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.: 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

Листов2		Лист1	
Дубл.			
Взам.			
Подп.			
<b>ТГУ</b>			
Разраб.	Ширкунов		
Провер.	Резников		
<b>Вал</b>			
Н.Контр	Резников		
Утв.	Логинов		
M01 Сталь 40 ГОСТ 4543-71			
Код	ЕВ	МД	ЕН
-	166	3,9	
Код загот.	КИМ.		Профиль и размеры
	0,56		75-17,5-3000
КД	МЗ		
1			7
M02			
Цех	Уч.	РМ	Опер.
Код, наименование операции			
А	Код, наименование оборудования		
Б	СМ		
А03			
Б04	000	Заготовительная	
05Т			
06			
07			
080	010	Токарно-фрезерная	
09Т	Токарный обрабатывающий центр DMG Guldemeister CTX 410		
10	Патрон с делительной головкой; Державки QS Solo Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max® P для точения SANDVIC; Режущая пластина T-Max® P для точения канавки SANDVIC; Фреза концевая диаметр 8 SANDVIC; Штангенциркуль, микрометр, биенмер.		
11			
120	020	Протяжная	
13Т	Горизонтально протяжной станок 7A334		
14	Приспособление специальное; Протяжка шлицевая Р6М5; Штангенциркуль		
15			
16Q	030	Термическая	
17Т	Печь термическая		
18			
19			
20Q	040	Шлифовальная	
21Т	Шлифовальный станок R-stand 1565		
22	Льонет самоцентрирующий; патрон; Круг шлифовальный 1-300×38×50 24AF08LV5; Микрометр, биенмер.		
23			
МК			

Продолжение Приложения А

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.			Взам.			Подл.																																			
Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Лит.	Лит.	Лит.	Лит.	Лит.	Лит.	Лит.	Лит.	Лит.	Лит.	Лит.	Лит.	Лит.	Лит.	Лит.	Лит.	Лит.	Лит.	Лит.	Лит.	Лит.	Лит.	Лит.	Лит.	Лит.	Лит.		
<b>Вал</b>																																									
Обозначение документа																																									
А																																									
Б				Код, наименование оборудования																																					
А01			050	Шлифовальная																																					
Б02				Шлифовальный станок R-grind 1565																																					
03				Льонет самодцентрирующий, патрон; Круг шлифовальный 1-300×38×50 24AF08LV5; Микрометр, биексмер																																					
04																																									
05.0			060	Внутришлифовальная																																					
06.1				Внутришлифовальный станок FANUC LT																																					
07				Льонет самодцентрирующий, патрон; Круг внутришлифовальный 1-38×70×25 91AF90L7B; Микрометр, биексмер																																					
08																																									
09			070	Шлифовальная																																					
10				Шлифовальный станок R-grind 1565																																					
11				Льонет самодцентрирующий, патрон; Круг шлифовальный 1-300×38×50 24AF10LV5; Микрометр, биексмер																																					
12																																									
13			080	Моечная																																					
14																																									
15			090	Контрольная																																					
16																																									
17																																									
18																																									
19																																									
20																																									
21																																									
22																																									
МК																																									

Лист 2

Приложение Б  
Операционные карты

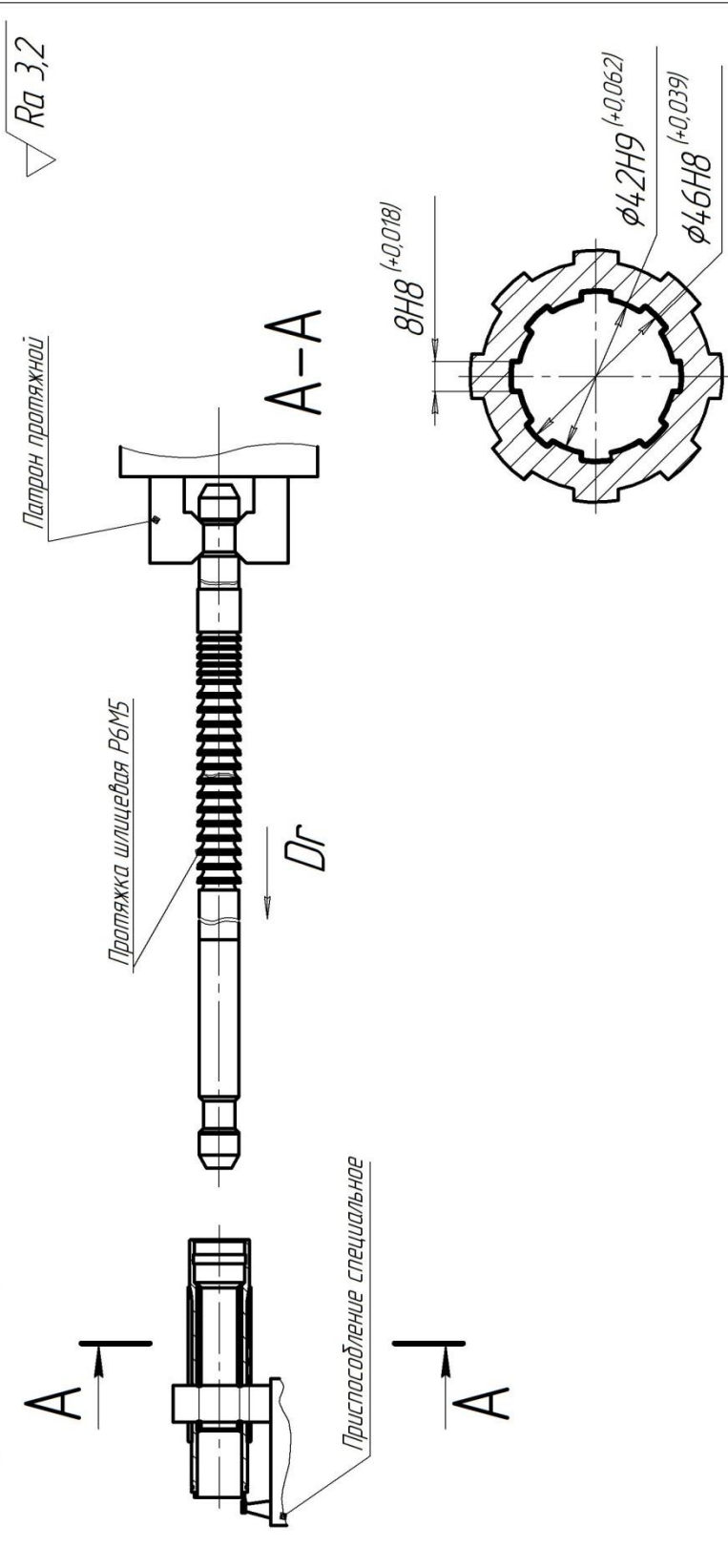
ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дроб.																					
Взам.																					
Подп.																					
Разраб.	Шварунов																				
Пров.	Резников																				
Н.Контр	Резников																				
Уте	Логинов																				
Наименование операции				Вал																	
Протяжная		ШУ																			
Оборудование																					
Горизонтально протяжной станок 7А534																					
Материал																					
Сталь 40 ГОСТ4543-71																					
Обозначение программы																					
-XXXXXXX																					
твёрдость																					
166																					
EB																					
MD																					
3,9																					
Тм																					
0,3																					
Тв																					
Тшх																					
0,8																					
SOЖ																					
5% змультсия ГОСТ 1975-70																					
PII																					
D или B																					
t																					
i																					
S																					
V																					
n																					
Тм																					
Р																					
01																					
02	О																				
Приспособление специальное																					
03	Р																				
Обработка поверхности, выдерживал размеры согласно эскиза.																					
04	Т																				
Протяжка шпцевая Р6М5																					
05	Т																				
Штангенциркуль																					
06																					
07																					
08																					
09																					
10																					
11																					
12																					
OK																					

### Продолжение Приложения Б

ГОСТ 3.1105-84, форма 7

Дудл. Взам. Подл.	Листов _____ Лист _____
Разраб. Проб. Н. контр. Утв.	Ширкунов Резников Резников Логинков
<b>ТГУ</b>	
<b>Вал</b>	
Цех	Уч.
Р.М.	020



КЗ



Продолжение Приложения Б

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

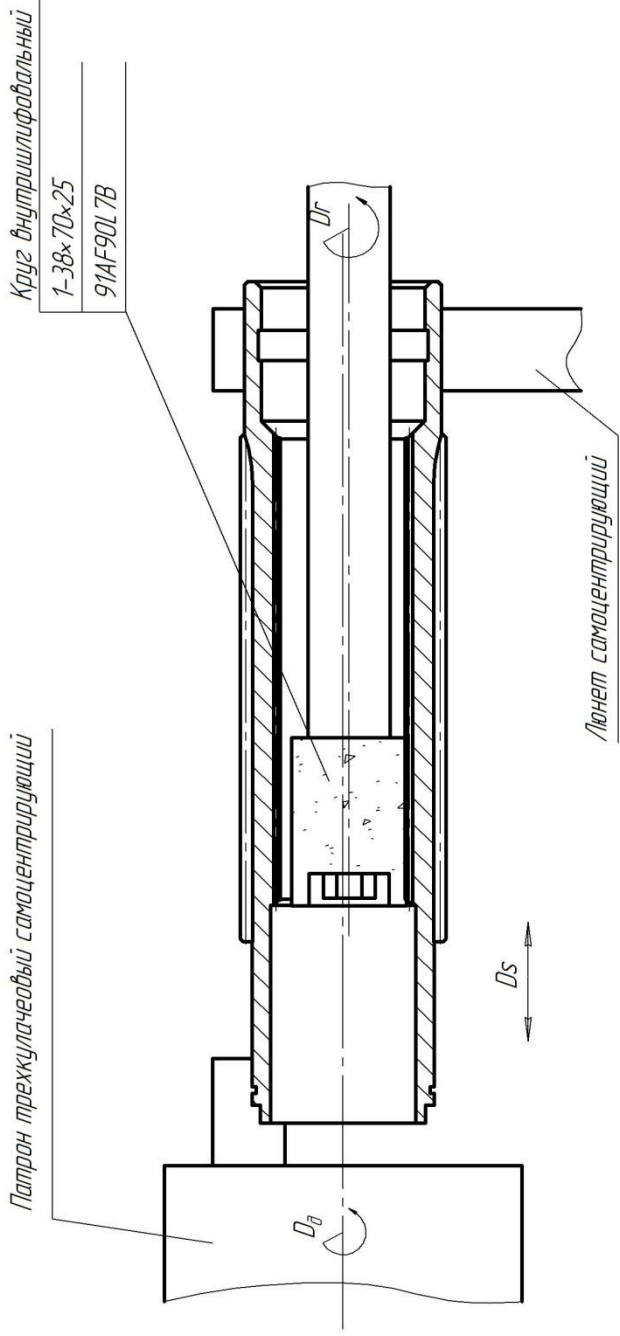
Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
Разраб.	ТУ																			
Пров.	Вал																			
Н.Контр																				
Уте																				
Наименование операции	Материал																			
Внутришлифовальная	Сталь 40 ГОСТ4543-71																			
Оборудование	Обозначение программы -XXXXXXXX																			
Внутришлифовальный станок FANUC LT	твердость	EB	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД														
	ТМ	ТВ	Диз	75-17,5-3000	7	1														
	0,4			Диз			СОЖ													
	0,9	5% эмульсия ГОСТ 1975-70																		
Р		Д или B	t	i	S	V	n	Tм												
01																				
02	Люнет самоцентрирующий патрон																			
03	Шлифовать поверхности, сохранявая размеры согласно эскиза.																			
04	Круг внутришлифовальный 1-38×70×25 91AF90L7B																			
05	Микрометр, биенмер																			
06																				
07																				
08																				
09																				
10																				
11																				
12																				
OK																				

Продолжение Приложения Б

ГОСТ 3.1105-84, Форма 7

Дцбл.																							
Взам.																							
Подл.																							
												Листов	Лист										
Разраб.		Ширкунов		ТГУ															Цех		Уч.	Р.М.	060
Проб.		Резников																	Вал				
Н. контр.		Резников																					
Утв.		Логинов																					

$\nabla Ra 2,5$



КЭ

Приложение В

Спецификация

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			20.БР.ОТМП.698.70.000 СБ	Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>						
A1	1		20.БР.ОТМП.698.70.001	Корпус патрона	1	
A4	2		20.БР.ОТМП.698.70.002	Подкулачок	3	
44	3		20.БР.ОТМП.698.70.003	Сухарь	3	
A4	5		20.БР.ОТМП.698.70.005	Кулачок сменный	3	
A3	6		20.БР.ОТМП.698.70.006	Втулка-клин	1	
A3	7		20.БР.ОТМП.698.70.007	Втулка	1	
A4	8		20.БР.ОТМП.698.70.008	Винт специальный	1	
A4	9		20.БР.ОТМП.698.70.009	Втулка	1	
A4	11		20.БР.ОТМП.698.70.011	Втулка	1	
A4	15		20.БР.ОТМП.698.70.015	Корпус	3	
A4	18		20.БР.ОТМП.698.70.018	Штифт специальный	3	
A1	27		20.БР.ОТМП.698.70.027	Корпус гидроцилиндра	1	
A3	29		20.БР.ОТМП.698.70.029	Крышка	1	
A3	31		20.БР.ОТМП.698.70.031	Шток	1	
A4	33		20.БР.ОТМП.698.70.033	Втулка	1	
A3	34		20.БР.ОТМП.698.70.034	Крышка	1	
A3	35		20.БР.ОТМП.698.70.035	Поршень	1	
<b>20.БР.ОТМП.698.70.000 СБ</b>						
			Изм. / Лист	№ докум.	Подп.	Дата
			Разрад. / Проб.	Ширкунов / Резников		
			И.контр. / Утв.	Резников / Логинов		
				<b>Патрон</b>		
				Лит.	Лист	Листов
				121	1	2
				<b>ТГУ ТМп-1601а</b>		

Копировал

Формат А4

