

Аннотация

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

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

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

При выполнении бакалаврской работы получены следующие результаты:

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

Бакалаврская работа содержит пояснительную записку в размере 53 страницы, содержащую 21 таблицу, 8 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.....	8
2 Разработка технологической части работы.....	10
2.1 Выбор типа производства и его стратегии	10
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	11
2.3. Проектирование заготовки.....	12
2.4 Разработка ТП изготовления детали.....	12
2.5 Выбор средств технического оснащения.....	16
2.5 Разработка технологических операций	18
3 Проектирование приспособления и его совершенствование.....	20
3.1 Расчет и проектирование станочного приспособления	20
3.2 Совершенствование приспособления	24
4. Безопасность и экологичность технического объекта.....	31
4.1 Характеристики рассматриваемого технического объекта.....	31
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	31
4.3 Методы и средства снижения рисков.....	32
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	33
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	34
5 Экономическая эффективность работы.....	39
Заключение.	41
Список используемых источников.....	42
Приложение А Маршрутная карта.....	45
Приложение Б Операционные карты.....	48
Приложение В Спецификация.....	52

Введение

Современные тенденции развития машиностроительного производства подразумевают все более широкое применение автоматизированного оборудования при изготовлении различной продукции. В современном машиностроении укрупнение производства и выпуск изделий в огромных количествах позволяет существенно снизить затраты на единицу выпускаемой продукции, существенно повысить производительность и качество. Для реализации данного тренда 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 тихоходного 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 тихоходный редуктора общего назначения» («Вал») является составной частью редуктора общего назначения, и предназначена для обеспечения передачи крутящего момента. Конструкция вала предусматривает обеспечение преобразования вращательного движения от промежуточного вала в крутящий момент на звездочке. Кроме этого, вал работает в условиях надежной смазки. Указанные особенности конструкции вала и редуктора, позволяют обеспечить значительные величины крутящих моментов на выходе, при незначительных размерах самого механизма. Данное обстоятельство обеспечивает компактность редуктора, при сохранении силовых и скоростных характеристик. Общий вид редуктора показан на рисунке 1.

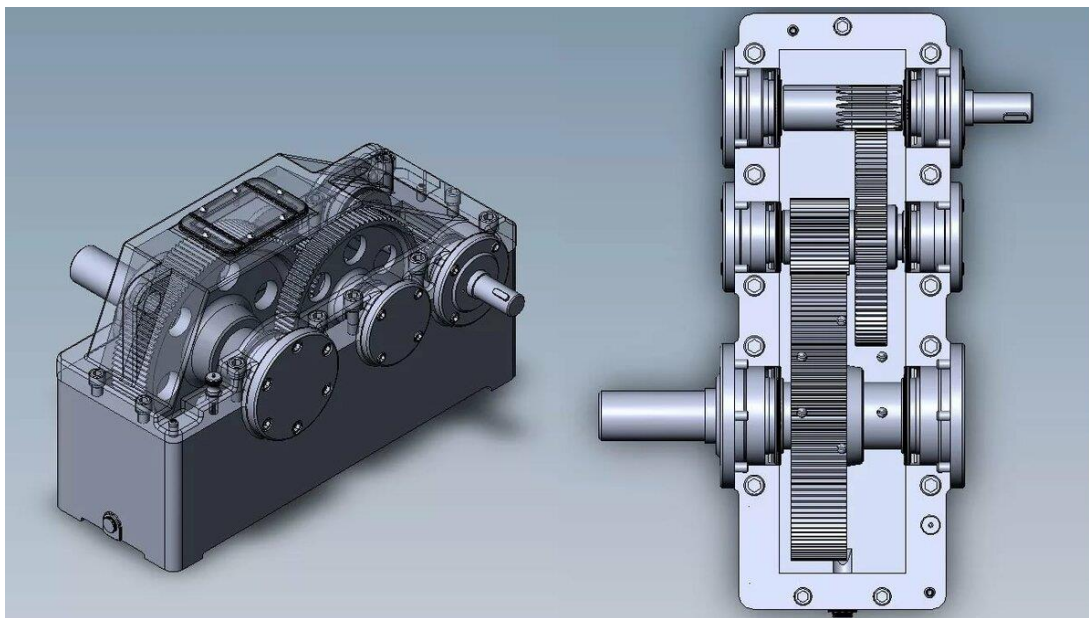


Рисунок 1 – Общий вид редуктора

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.

Материал детали - «Вал» - Сталь 19ХГН ГОСТ 4543-71, 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 19ХГН

Наименование параметра	Единица измерения параметра	Значение параметра
Предел прочности при растяжении	кгс/мм ²	88
Предел прочности при изгибе	кгс/мм ²	72
Плотность материала	Мг/м ³	7,86
Обрабатываемость	-	высокая
Твердость	НВ	150-210
Условный предел текучести	кгс/мм ²	68
Коэффициент ударной вязкости	кДж/м ²	59

Таблица 1.2 – Химический состав – Сталь 19ХГН

Наименование элемента	Единица измерения	Значение
Углерод	%	около 0,16-0,21
Марганец	%	около 0,7-1
Кремний	%	около 0,17-0,37
Никель	%	около 0,3
Фосфор	%	около 0,04
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,

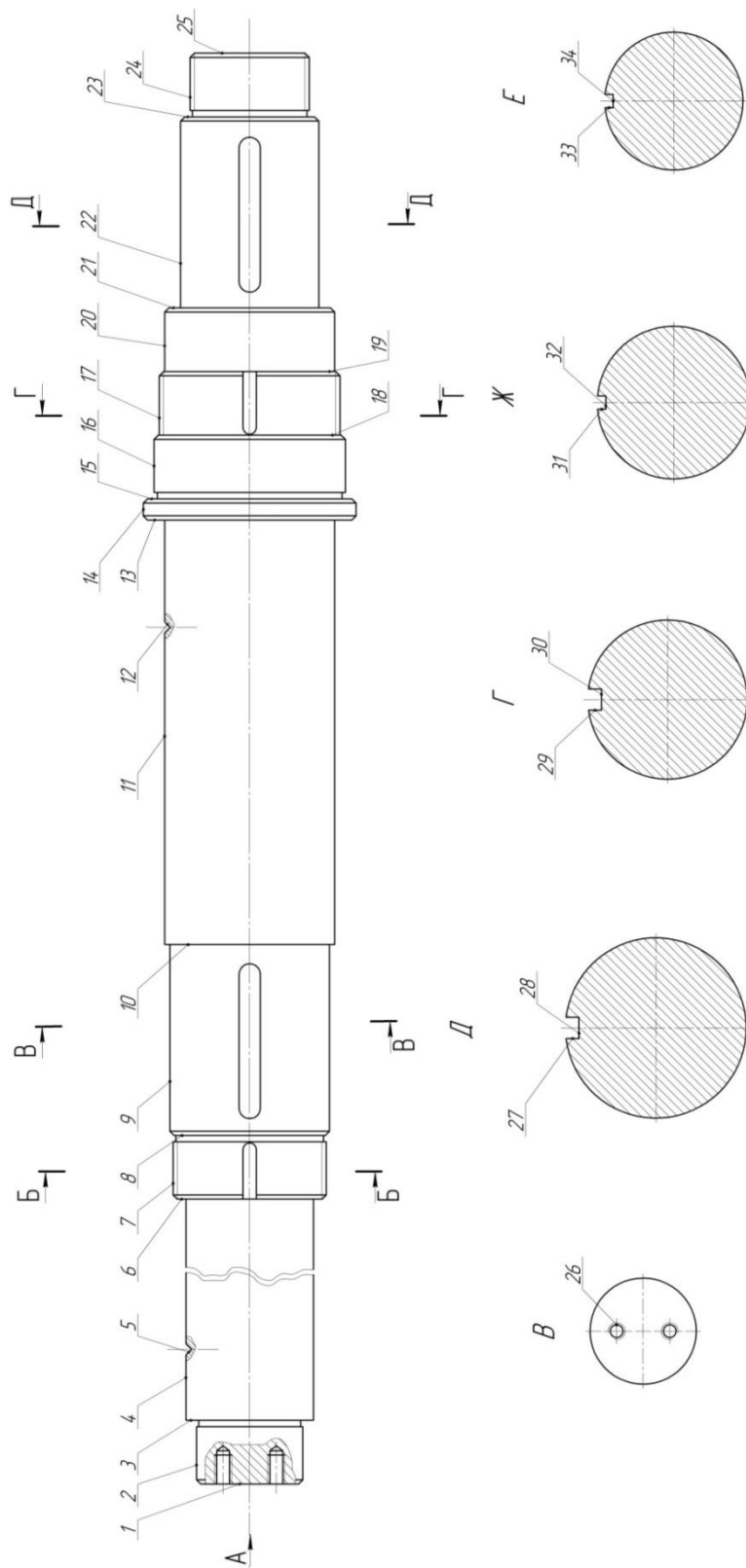


Рисунок 2 – Общий вид детали - «Вал тихоходный»

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	2,3,15,16
Вспомогательные конструкторские базы	7,8,9,10,17,18,21,22
Исполнительные	27,29,31,33
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	$K_{у.э.} = Q_{у.э.} / Q_{э}$	$K_{у.э.} = 30/34 = 0,88$
Коэффициент использования материала	$K_{и.м.} = M_{д} / M_{з}$	$K_{и.м.} = 23,9/33 = 0,72$
Коэффициент точности	$K_{тч} = 1 - 1/T_{ср}$	$K_{тч} = 1 - (1/9,5) = 0,89$
Коэффициент шероховатости	$K_{ш} = 1/Ш_{ср}$	$K_{ш} = 1/3,12 = 0,16$

Вывод: Деталь - «Вал тихоходный», изготовленная из стали 19ХГН, 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 чертежа заготовки в графической части 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;
- разработка чертежа инструмента 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 [17], позволяет сделать это быстро, используя минимум данных. Годовая программа выпуска деталей $N= 500$ шт/год, масса детали $m=23,9$ 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

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

- штамповка;
- литье в землю.

Определение стоимости заготовок будем производить по методике [17]. 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	23,9	33	60	35,2	1,4	515
литье в землю	23,9	38	66	47,8	1,4	612

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

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

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

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

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

Подставим требуемые данные в формулу (1):

$$\mathcal{E} = (C_{T_2} - C_{T_1}) \cdot N = (612 - 515) \cdot 500 = 48500 \text{ руб.}$$

Таким образом, применение в качестве метода получения заготовки – штамповкой, позволяет получить условную годовую экономию в размере – 48500 рублей.

2.3. Проектирование заготовки

Для данной заготовки необходимо назначить следующие технические требования:

- термическая обработка - изотермический отжиг НВ 240 30;
- класс точности - Т3 по ГОСТ 7505-89 ;
- степень сложности – С2 по ГОСТ 7505-89;
- группа стали - М2 по ГОСТ 7505-89;
- штамповочные радиусы R2 max;
- штамповочные уклоны 5°;
- поверхностные дефекты на обрабатываемой поверхности глубиной не более 0,5 фактического припуска;
- допускается смещение по линии разъема штампов не более 0.6 мм.

Чертеж штамповки представлен в графической части бакалаврской работы.

2.4 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	12	Плоская	Штамповка-Точение черновое-Термообработка
2	1,6	6	Цилиндрическая	Штамповка-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка-Шлифование-Шлифование чистовое
3	2,5	7	Плоская	Штамповка-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка-Шлифование
4	12,5	12	Цилиндрическая	Штамповка-Точение черновое-Термообработка
5	3,2	9	Цилиндрическая	Штамповка-Сверлильная-Термообработка
6	12,5	12	Плоская	Штамповка-Точение черновое-Термообработка
7	3,2	9	Цилиндрическая	Штамповка-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка
8	12,5	12	Плоская	Штамповка-Точение черновое-Термообработка
9	2,5	7	Цилиндрическая	Штамповка-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка-Шлифование
10	2,5	7	Плоская	Штамповка-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка-Шлифование
11	12,5	12	Цилиндрическая	Штамповка-Точение черновое-Термообработка
12	3,2	9	Цилиндрическая	Штамповка-Сверлильная-Термообработка
13	12,5	12	Плоская	Штамповка-Точение черновое-Термообработка
14	12,5	12	Цилиндрическая	Штамповка-Точение черновое-Термообработка
15	2,5	7	Плоская	Штамповка-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка-Шлифование
16	1,6	6	Цилиндрическая	Штамповка-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка-Шлифование-Шлифование чистовое
17	3,2	9	Цилиндрическая	Штамповка-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка

Продолжение таблицы 6

18	12,5	12	Плоская	Штамповка-Точение черновое-Термообработка
19	12,5	12	Плоская	Штамповка-Точение черновое-Термообработка
20	12,5	12	Цилиндрическая	Штамповка-Точение черновое-Термообработка
21	2,5	7	Плоская	Штамповка-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка-Шлифование
22	2,5	7	Цилиндрическая	Штамповка-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка-Шлифование
23	12,5	12	Плоская	Штамповка-Точение черновое-Термообработка
24	3,2	9	Цилиндрическая	Штамповка-Точение черновое-Точение чистовое-Термообработка
25	12,5	12	Плоская	Штамповка-Точение черновое-Термообработка
26	3,2	9	Цилиндрическая	Штамповка-Сверлильная-Термообработка
27	3,2	9	Плоская	Штамповка-Шпоночнофрезерная-Термообработка
28	3,2	9	Плоская	Штамповка-Шпоночнофрезерная-Термообработка
29	3,2	9	Плоская	Штамповка-Шпоночнофрезерная-Термообработка
30	3,2	9	Плоская	Штамповка-Шпоночнофрезерная-Термообработка
31	3,2	9	Плоская	Штамповка-Шпоночнофрезерная-Термообработка
32	3,2	9	Плоская	Штамповка-Шпоночнофрезерная-Термообработка
33	3,2	9	Плоская	Штамповка-Шпоночнофрезерная-Термообработка
34	3,2	9	Плоская	Штамповка-Шпоночнофрезерная-Термообработка

Используя данные, по обработке отдельных поверхностей, представленные выше в таблице 6, можно перейти ко второму этапу

разработки технологического процесса. Для систематизации и упорядочении 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
005	1	12,5	12	1,25	Фрезерноцентровая
	2	12,5	12	35,36	
010	-	12,5	12	14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24	Токарная
015	-	12,5	12	2,3,4,6,7,8,9,10,11,13	Токарная
020	-	6,3	9	2,3,7,8,9,10	Токарная
025	-	6,3	9	14,16,17,18,19,21,22,23,24	Токарная
030	-	3,2	9	29,30,33,34	Шпоночнофрезерная
035	-	3,2	9	27,28,31,32	Шпоночнофрезерная
040	-	3,2	9	5,12	Сверлильная
045	1	3,2	9	26	Сверлильная
	2	3,2	9	26	
050	-	-	-	все	Термическая
055	-	2,5	7	15,16,21,22	Шлифовальная
060	-	2,5	7	2,3,9,10	Шлифовальная
065	-	1,6	6	2,16	Шлифовальная чистовая
070	-	-	-	все	Моечная
075	-	-	-	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.

2.5 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	Пресс штамповочный
005	Фрезерноцентровальная	Фрезерно-центровальный станок 2Г942
010	Токарная	Станок токарный с ЧПУ Fanuc
015	Токарная	Станок токарный с ЧПУ Fanuc
020	Токарная	Станок токарный с ЧПУ Fanuc
025	Токарная	Станок токарный с ЧПУ Fanuc
030	Шпоночнофрезерная	Станок фрезерный с ЧПУ Fanuc
035	Шпоночнофрезерная	Станок фрезерный с ЧПУ Fanuc
040	Сверлильная	Станок фрезерный с ЧПУ Fanuc
045	Сверлильная	Горизонтальный сверлильно-фрезерный станок ВО 110
050	Термическая	-
055	Шлифовальная	Торцекруглошлифовальный станок GAN-3580CNC Paragon
060	Шлифовальная	Торцекруглошлифовальный станок GAN-3580CNC Paragon
065	Шлифовальная чистовая	Торцекруглошлифовальный станок GAN-3580CNC Paragon
070	Моечная	Камерная моечная машина
075	Контрольная	-

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

№ операции	Наименование операции	Наименование оснастки
000	Заготовительная	Штамп
005	Фрезерноцентровальная	Приспособление специальное

Продолжение таблицы 9

№ операции	Наименование операции	Наименование оснастки
010	Токарная	Патрон самоцентрирующий, центр
015	Токарная	Патрон самоцентрирующий, центр
020	Токарная	Патрон самоцентрирующий, центр
025	Токарная	Патрон самоцентрирующий, центр
030	Шпоночнофрезерная	Приспособление специальное
035	Шпоночнофрезерная	Приспособление специальное
040	Сверлильная	Приспособление специальное
045	Сверлильная	Приспособление специальное
050	Термическая	-
055	Шлифовальная	Патрон поводковый, центр
060	Шлифовальная	Патрон поводковый, центр
065	Шлифовальная чистовая	Патрон поводковый, центр
070	Моечная	-
075	Контрольная	-

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

№ операции	Наименование операции	Наименование инструмента
000	Заготовительная	-
005	Фрезерноцентровальная	Фреза торцевая диаметр 100 SANDVIK, сверло центровочное диаметр 6 SANDVIK
010	Токарная	Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max® P для точения SANDVIK 25 x 25
015	Токарная	Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max® P для точения SANDVIK 25 x 25
020	Токарная	Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max® P для точения SANDVIK 25 x 25, с покрытием CVD TiCN+AL2O3+TiN
025	Токарная	Державки QS Coro Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max® P для точения SANDVIK 25 x 25, с покрытием CVD TiCN+AL2O3+TiN
030	Шпоночнофрезерная	Фреза торцевая диаметр 6 SANDVIK
035	Шпоночнофрезерная	Фреза торцевая диаметр 6 SANDVIK
040	Сверлильная	Сверло CoroDrill® 460, диаметр 5 мм, с покрытием PVD TiAlN
045	Сверлильная	Сверло CoroDrill® 460, диаметр 6,5 мм, с покрытием PVD TiAlN, Метчик CoroDrill® 460, диаметр 8 мм, с покрытием PVD TiAlN
050	Термическая	-

Продолжение таблицы 10

№ операции	Наименование операции	Наименование инструмента
055	Шлифовальная	Круг шлифовальный сборный 3-600 90 250 24AF16LV5
060	Шлифовальная	Круг шлифовальный сборный 3-600 90 250 24AF16LV5
065	Шлифовальная чистовая	Круг шлифовальный сборный 3-600 90 250 24AF08LV5
070	Моечная	-
075	Контрольная	-

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

№ операции	Наименование операции	Наименование оснастки
000	Заготовительная	-
005	Фрезерноцентровальная	Штангенциркуль, микрометр
010	Токарная	
015	Токарная	
020	Токарная	
025	Токарная	
030	Шпоночнофрезерная	
035	Шпоночнофрезерная	
040	Сверлильная	
045	Сверлильная	
050	Термическая	
055	Шлифовальная	Микрометр
060	Шлифовальная	
065	Шлифовальная чистовая	
070	Моечная	-
075	Контрольная	-

2.6 Разработка технологических операций

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

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

№ операции	Наименование операции	№ перехода	Стойкость инструмента T, мин	Длина рабочего хода, мм	Подача S, мм/об	Число оборотов n, об/мин	Основное время T _о , мин	Штучное время T _{шт} , мин
000	Заготовительная	-	-	-	-	-	-	-
005	Фрезерноцентровальная	1	240	54	0,4	1000	0,14	1,2
		2	240	14	0,2	200	0,35	
010	Токарная	-	240	272	0,45	800	0,75	1,6
015	Токарная	-	240	589	0,45	800	1,7	3,6
020	Токарная	-	240	185	0,4	1200	0,39	0,82
025	Токарная	-	240	210	0,4	1200	0,44	0,92
030	Шпоночнофрезерная	-	240	154	0,4	1000	0,39	0,96
035	Шпоночнофрезерная	-	240	68	0,4	1000	0,17	0,43
040	Сверлильная	-	240	9	0,2	200	0,23	0,56
045	Сверлильная	-	240	80	0,2	200	1,2	3
050	Термическая	-	-	-	-	-	-	-
055	Шлифовальная	-	480	5	0,12	2000	0,03	0,08
060	Шлифовальная	-	480	5	0,12	2000	0,03	0,08
065	Шлифовальная чистовая	-	480	10	0,1	2500	0,04	0,1
070	Моечная	-	-	-	-	-	-	-
075	Контрольная	-	-	-	-	-	-	-

Чертежи наладок представлены в графической масти бакалаврской работы.

3 Проектирование приспособления и его совершенствование

3.1 Расчет и проектирование станочного приспособления

В данном разделе производится расчет патрона трехкулачкового самоцентрирующего, применяемого на токарных операциях. Наибольшая величина сил резания на операции 010 Токарная и составляет $P_y = 2615 \text{ Н}$, $P_z = 3271 \text{ Н}$.

Произведем расчет усилия зажима по формулам (2), (3):

$$W_z = \frac{K P_z d_1}{f d_2}, \quad (2)$$

$$W_y = \frac{1,5 K P_y l}{f d_2}, \quad (3)$$

где $f=0,3$ – величина коэффициента, учитывающего условия трения в губках патрона;

d_1 и d_2 – соответственно размеры обрабатываемой и базовой поверхностей;

K – коэффициент, уточняющий условия выполнения операции, рассчитывается по формуле (4):

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5, \quad (4)$$

где $K_0 = 1,5$ – коэффициент запаса;

$K_1 = 1,2$ – величина коэффициента для черновой обработки, учитывающего влияние неровностей поверхности на увеличение сил резания;

K_2 – величина коэффициента, по затуплению инструмента, принимаем $K_{2z} = 1$; $K_{2y} = 1,4$;

$K_3 = 1$ – величина коэффициента, по характеру резания (для прерывистого резания);

$K_4 = 1$ – величина коэффициента, по постоянству силы зажима механизма;

$K_5 = 1$ – величина коэффициента, по эргономике зажимного механизма (данное значение для механизированных механизмов).

Подставив данные в формулу (4), получим:

$$K_z = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,8;$$

$$K_y = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 1 = 2,52.$$

Рассчитаем W_z и W_y с помощью формул (2) и (3):

$$W_z = \frac{1,8 \cdot 3271 \cdot 100}{0,3 \cdot 60} = 32711 \text{ Н},$$

$$W_y = \frac{1,5 \cdot 2,52 \cdot 2615 \cdot 100}{0,3 \cdot 60} = 21450 \text{ Н}.$$

Для дальнейших расчетов выбираем наихудший вариант: $W=16875 \text{ Н}$.

Конструкция кулачка изображена на рисунке 3:

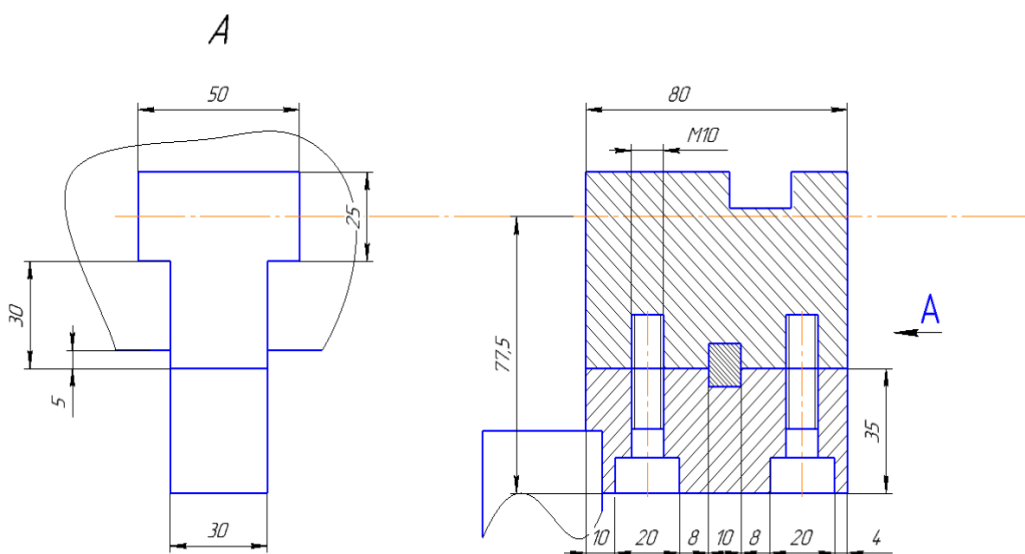


Рисунок 3 – Конструкция сменных и постоянных кулачков.

Произведём расчет усилия зажима W_1 , что прикладывается к кулачкам.
Рассчитаем по формуле (5):

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{3l_k}{H_k} f_1\right)}, \quad (5)$$

где l_k – вылет кулачка,

H_k – длина кулачка.

Вылет и длину принимаем, исходя из разработанной конструкции на рисунке 4. Следовательно l_k и H_k соответственно равны 77,5 и 80 мм.

Подставим полученные значения в формулу (5):

$$W_1 = \frac{32711}{1 - \left(\frac{3 \cdot 77,5}{80} \cdot 0,1\right)} = 37428 \text{ Н.}$$

Рассчитаем диаметр патрона по формуле (6):

$$D_{\text{п}} = d_2 + 2H_k. \quad (6)$$

Получаем:

$$D_{\text{п}} = 60 + 2 \cdot 81 = 125 \text{ мм.}$$

Диаметр патрона не превышает 200мм, поэтому принимаем рычажный механизм с передаточным отношением $i_c = 2$.

Далее нужно определить усилие Q , создаваемое силовым приводом по формуле (7):

$$Q = \frac{W_1}{i_c}. \quad (7)$$

Подставляя в формулу необходимые значения получаем:

$$Q = 37428/2 = 18714 \text{ Н.}$$

Расчет привода начинается с определения диаметра поршня для пневмопривода, наиболее используемого на производствах, по формуле (8):

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}}, \quad (8)$$

где P – избыточное давление воздуха, принимаемое равным 0,4 МПа.

Получаем:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{18714}{0,4}} = 234 \text{ мм.}$$

$D = 234 \text{ мм} \geq 120 \text{ мм}$, следовательно пневмопривод не подходит, давление $P=0,4$ МПа мало, применим гидропривод с давлением 5 МПа. Тогда по формуле (8) получим:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{18714}{5}} = 61,18 \text{ мм} = 63 \text{ мм.}$$

По формуле (9) определим ход поршня:

$$S_Q = S_W \cdot i_c, \quad (9)$$

где $S_W=5$ мм – свободный ход для кулачков;

$i_c=2$ - передаточное отношение.

Тогда по формуле (9) имеем:

$$S_Q = 5 \times 2 = 10 \text{ мм.}$$

Однако, необходим запас по ходу поршня не менее 20 мм, для обеспечения стабильных разгонно-тормозных характеристик поршня.

При подаче воздуха в штоковую полость гидроцилиндра поршень двигает шток, а шток соответственно рычаг. В корпусе патрона установлены рычаги, которые одним концом соединены с постоянными кулачками, а другим концом со штоком, рычаги поворачиваются на валах и закрепляют заготовку. При подаче воздуха в поршневую полость шток с поршнем за счет создаваемого давления разжимает заготовку.

Кулачковый самоцентрирующийся патрон содержит сменные кулачки, служащие для зажима заготовки. Сменные кулачки соединены с постоянными кулачками шпонками и винтами. В корпусе патрона установлены рычаги с помощью валов, а крышка патрона крепится к корпусу винтами.

Чертеж патрона представлен в графической части данной бакалаврской работы.

3.2 Совершенствование приспособления

Изобретение относится к станкостроению, в частности к устройствам для крепления детали на станках с поворотными (шарнирными) кулачками.

Известны способы закрепления детали в станках, в том числе для случаев, когда необходимо вращение детали вокруг продольной оси. Обработка детали при этом может происходить со снятием части материала (например, на токарных или шлифовальных станках) или посредством изменения пространственной формы детали (например, на пружинно-навивочных станках). Как правило, закрепление детали происходит за счет прижатия специальных элементов станочного приспособления к ее наружной поверхности, причем перемещением упомянутых элементов может осуществляться оператором при затягивании резьбовых зажимных элементов

вручную или с помощью сервоприводов известных типов, например, пневматических или гидравлических.

Известно устройство для закрепления детали (Пат. ЕР 2 277 646 АЗ, опубл. 30.11.2011), предусматривающее наличие, по меньшей мере, двух зажимных элементов, имеющих зубчатое зацепление или резьбу, связанных с зубчатым валом или зубчатым венцом и перемещающихся в радиальных пазах несущей корпусной детали. К недостаткам конструкции относится возможность перекоса и заклинивания зажимных элементов в радиальных пазах и, обусловленная этим, недостаточная надежность устройства.

Наиболее близким по совокупности существенных признаков – прототипом заявляемого изобретения - является поводковый патрон с эксцентриковыми кулачками (Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 /Под ред. А.М. Дальского и др. - М.: Машиностроение-1, 2001. 944 с. С. 143-144). Зажим детали происходит при осевом перемещении детали внутрь патрона: за счет взаимодействия между собой конструктивных элементов патрона осевое движение зажимаемой детали трансформируется во вращательное движение корпуса. Корпус представляет собой зубчатое колесо, связанное внутренним зацеплением с эксцентриковыми кулачками.

Дополнительно на эксцентриковые кулачки действуют силовые пружины, усилие которых в направлении прижатия эксцентриковых кулачков к детали. Эксцентриковые кулачки движутся до соприкосновения с деталью с усилием натяга. К особенностям конструкции, определяющим ее недостатки, относится необходимость изготовления нескольких деталей, имеющих зубчатые элементы, закрепления только таких деталей, которые имеют центровые отверстия, а также невозможность осевого перемещения детали при обработке.

Помимо трудоемкости в изготовлении, зубчатые элементы, применяемые в прототипе, чувствительны к наличию загрязнений, что представляет дополнительную проблему при использовании в станках.

Технической задачей, на решение которой направлено предлагаемое изобретение, является устранение недостатков прототипа, а именно: обеспечение возможности осевого перемещения детали при обработке, упрощение конструкции за счет исключения ряда высокоточных деталей и уменьшение чувствительности конструкции к попаданию загрязнений.

Поставленная задача решается за счет применения вместо зубчатой – цевочной передачи с единственным зубчатым элементом - зубчатым колесом, которое, к тому же, имеет наружное зацепление, более технологичное, по сравнению с внутренним зацеплением.

Общий вид патрона для закрепления детали на станке, обеспечивающего решение поставленной задачи, показан на рисунке 4 и рисунке 5, где на рисунке 4 показана деталь в свободном - не зажатом - положении, а на рисунке 5 - в зажатом положении.

Патрон для закрепления детали на станке включает корпус 1 с равномерно расположенными в плане эксцентриковыми кулачками 2, свободно посаженными на оси поворота 3, механизм синхронизации, выполненный в виде установленного на корпусе 1 зубчатого колеса 4 с наружным зацеплением, и цевки 22, находящейся в зацеплении с зубчатым колесом 4, упоры 5, пружины растяжения 6. Цевки 22 установлены на эксцентриковых кулачках 2.

Для ограничения угловых перемещений эксцентриковых кулачков 2 и зубчатого колеса 4 в заданных пределах, а также для обеспечения постоянного контакта профиля рабочей поверхности 21 эксцентриковых кулачков с наружной поверхностью детали 7, эксцентриковые кулачки 2 зафиксированы пружинами растяжения 6, причем зацеп 61 пружины растяжения 6 закреплен на эксцентриковом кулачке 2, а зацеп 62 пружины растяжения 6 закреплен на корпусе 1 с помощью винта-стойки 11.

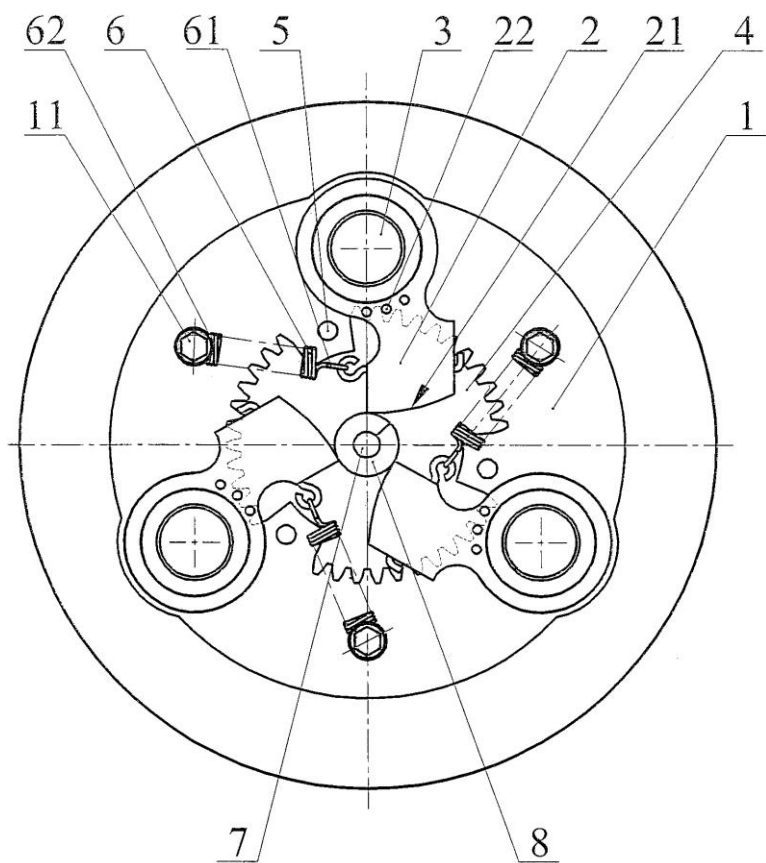


Рисунок 4 – Патрон в свободном - не зажатом положении

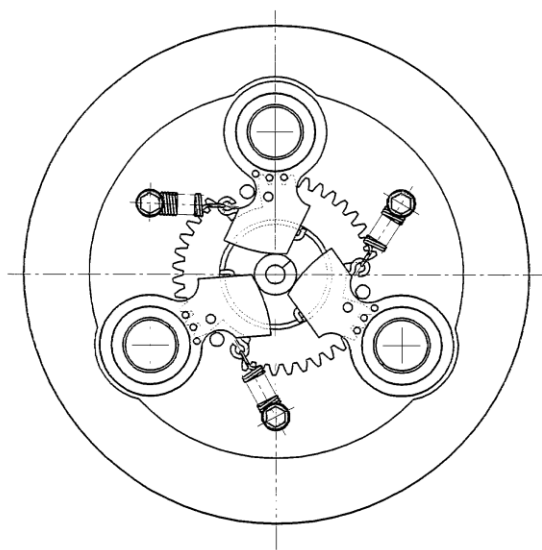


Рисунок 5 – Патрон в зажатом положении

Пружины растяжения 6 стремятся повернуть эксцентриковые кулачки 2 до упоров 5.

В зависимости от конструктивного исполнения, патрон для закрепления детали на станке может иметь от трех до шести эксцентриковых кулачков 2. Во втором случае эксцентриковые кулачки 2 устанавливаются на осях 3 в два и более последовательных рядов.

Величина эксцентриситета и радиус рабочей поверхности 21 эксцентриковых кулачков 2 подобраны таким образом, чтобы обеспечивать гарантированный натяг рабочих поверхностей 21 по наружной поверхности детали 7.

Патрон для закрепления детали на станке работает следующим образом. Для зажима детали 7 в патроне необходимо создать относительное движение эксцентриковых кулачков 2 относительно наружной поверхности детали 7, чтобы обеспечить набегание рабочей поверхности 1 на наружную поверхность детали 7.

Для конструктивного исполнения (профиля) рабочей поверхности 21, показанной на рисунок 3 и рисунок 4, относительное движение, обеспечивающее зажим детали 7, создается при повороте корпуса 1 в направлении по часовой стрелке. При этом оси поворота 3 эксцентриковых кулачков 2 поворачиваются вместе с корпусом вокруг оси вращения корпуса 1 в том же направлении. Каждый эксцентриковый кулачок 2 поворачивается одновременно в том же направлении - по часовой стрелке - вокруг своей оси поворота 3. Рабочие поверхности 21 эксцентриковых кулачков 2 набегают на наружную поверхность детали, при этом, за счет наличия эксцентриситета, каждая следующая точка профиля рабочей поверхности 21 эксцентрикового кулачка 2, касающаяся наружной поверхности детали 7, расположена на большем расстоянии от оси поворота 3 эксцентрикового кулачка 2, чем предыдущая точка рабочей поверхности 21. Благодаря этому при повороте эксцентрикового кулачка 2 вокруг своей оси поворота 3 происходит возрастание усилия, действующего от эксцентрикового кулачка 2 на

наружную поверхность детали 8. Взаимное проскальзывание эксцентриковых кулачков 2 и детали 7 прекращается, возникает натяг, который фиксирует деталь 7.

Надежный зажим детали 7 будет обеспечен также при неподвижном корпусе 1 и вращении детали 7 в направлении против часовой стрелки.

Для конструктивного исполнения профиля рабочей поверхности 21, показанной на рисунок 3 и рисунок 4 для освобождения детали 7 корпус 1 вращают в направлении против часовой стрелки. Каждый эксцентриковый кулачок 2 поворачивается одновременно вокруг своей оси поворота 3 в направлении против часовой стрелки. С момента начала поворачивания корпуса 1, натяг между рабочими поверхностями 21 эксцентриковых кулачков 2 и наружной поверхностью детали 7 уменьшается до полного исчезновения.

Рабочие поверхности 21 эксцентриковых кулачков 2 скользят по наружной поверхности детали 7, касаясь ее в тех своих зонах, расстояние от которой до осей поворота 3 эксцентриковых кулачков 21 минимально и обеспечивает взаимное проскальзывание эксцентриковых кулачков 2 и детали 7.

Так же, как в случае с зажимом детали 7, необходимо лишь движение эксцентриковых кулачков 2 относительно наружной поверхности детали 7. Поэтому можно при неподвижном корпусе 1 повернуть деталь 7 в направлении по часовой стрелке. Результат будет полностью повторять описанный выше.

Пружины растяжения 6 обеспечивают постоянный контакт между профилем рабочей поверхности 21 эксцентрикового кулачка 2 и наружной поверхностью детали 7. Усилие пружин растяжения 6 выбирается такой величины, чтобы, с одной стороны, исключить подсакивание - упругое соударение - рабочих поверхностей 21 эксцентриковых кулачков 2 по наружной поверхности детали 7, и, с другой стороны, не препятствовать разжиму эксцентриковых кулачков 2.

Поворот корпуса 1 может осуществляться как вручную оператором, так и приводом станка. Угол поворота корпуса 1 определяется соотношением размеров эксцентриковых кулачков 2 и детали 7.

Для того чтобы угол поворота корпуса 1 был небольшим по величине и стабильным в последовательных циклах зажима и разжима детали 8, угловое положение эксцентриковых кулачков 2 должно быть ограничено. Для этой цели служат упоры 5 и пружины растяжения 6, которые стремятся повернуть эксцентриковые кулачки 2 до касания с упорами 5.

Возможны различные действия с обрабатываемой деталью 7, например, ее осевое перемещение по направляющим втулкам (на рисунок 3 и рисунок 4 не показаны), установка или снятие со станка. Патрон для закрепления детали на станке по предлагаемому изобретению не имеет ограничений, по конструкции обрабатываемой детали 7, в частности, не требуется наличие центровых отверстий.

С применением патрона для закрепления детали на станке по предлагаемому изобретению, на станке могут обрабатываться детали любой пространственной формы, в том числе как имеющие, так и не имеющие центральные отверстия (трубки, прутки и т.п.).

Применение цевочного зацепления эксцентриковых кулачков 2 с синхронизатором 4 упрощает изготовление патрона для закрепления детали на станке за счет замены одной из деталей зубчатой пары простыми в изготовлении цилиндрическими цевками 22 и применения наружного зубчатого зацепления, более технологичного, по сравнению с внутренним.

Предлагаемый в качестве изобретения патрон для закрепления детали на станке внедрен и применяется в серийном производстве Алтайского завода прецизионных изделий.

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

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 тихоходного редуктора общего назначения, которое кратко можно представить следующим образом:

- 000 операция – заготовительная;
- 005 операция – фрезерно-центровальная;
- 010-025 операции – токарные;
- 030 и 035 операции – шпоночно-фрезерные;
- 040 и 045 операции – сверлильные;
- 055-065 операции – шлифовальные;
- 050, 070 и 075 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 6 представлено долевое соотношение параметров, входящих в технологическую себестоимость изготовления детали.

Анализируя представленные на рисунке 6 данные, можно сделать вывод о том, что самой затратной статьёй являются расходы на материал, так как они составляют чуть больше 95 % от всей величины технологической себестоимости. Данная величина зависит от способа получения заготовки, ее массы и используемого материала, данная деталь имеет вес 23,9 кг. Второй, по величине, статьёй расходов являются расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, с объемом почти 3 % от всей величины технологической себестоимости. Превышение данной статьи над заработной платой обосновывается тем, что в технологическом процессе применяются импортные модели оборудования.

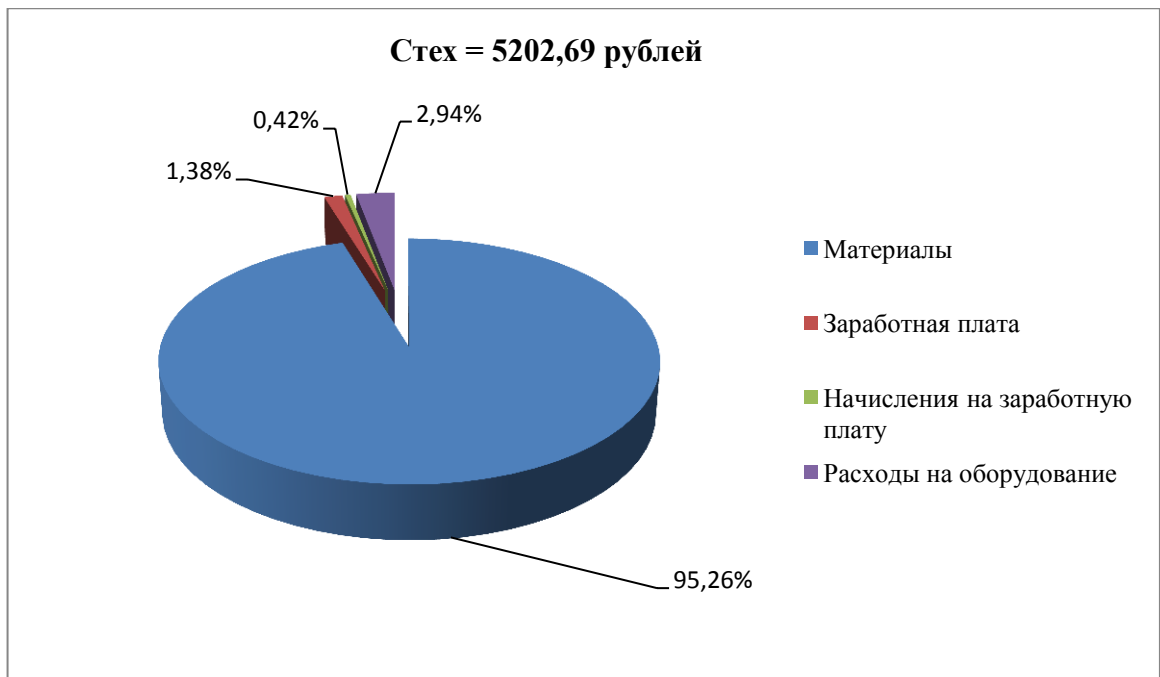


Рисунок 6 – Доли параметров, входящих в технологическую себестоимость

На рисунке 7 показана калькуляция себестоимости изготовления.

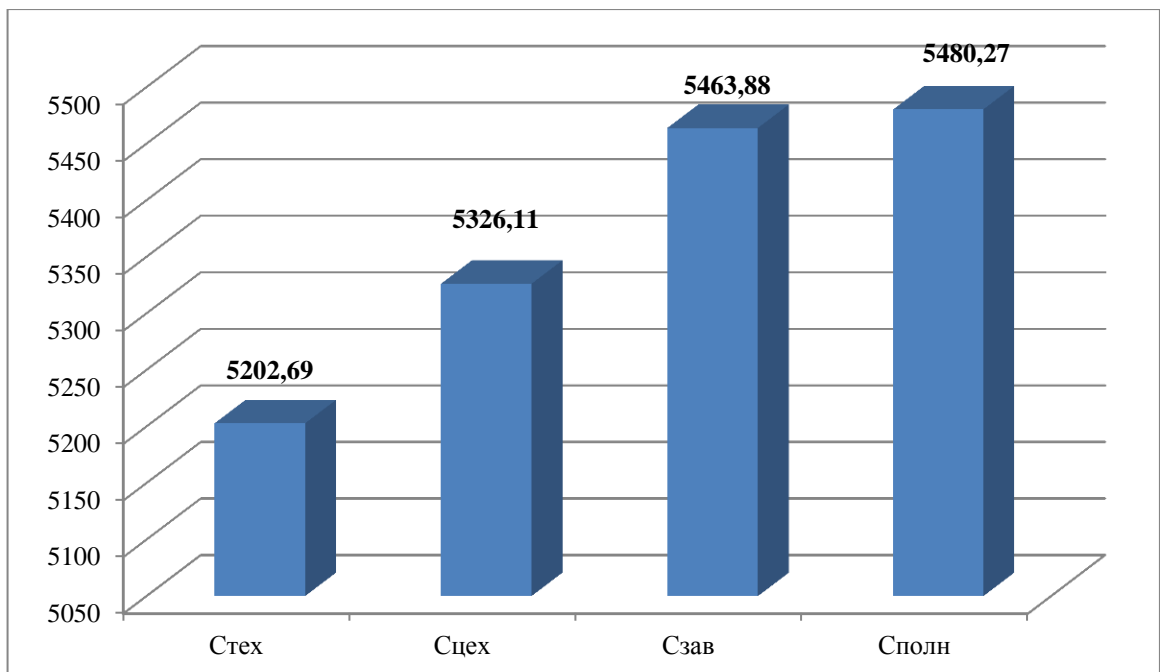


Рисунок 7 – Калькуляция себестоимости обработки детали, руб.

На рисунке 7 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 5480,27 руб. за единицы, производимой по данному технологическому процессу, изделия.

На рисунке 8 представлены значения и их долевое соотношение, повлиявшие на величину капитальных вложений (инвестиций), необходимых для внедрения описанного технологического процесса.

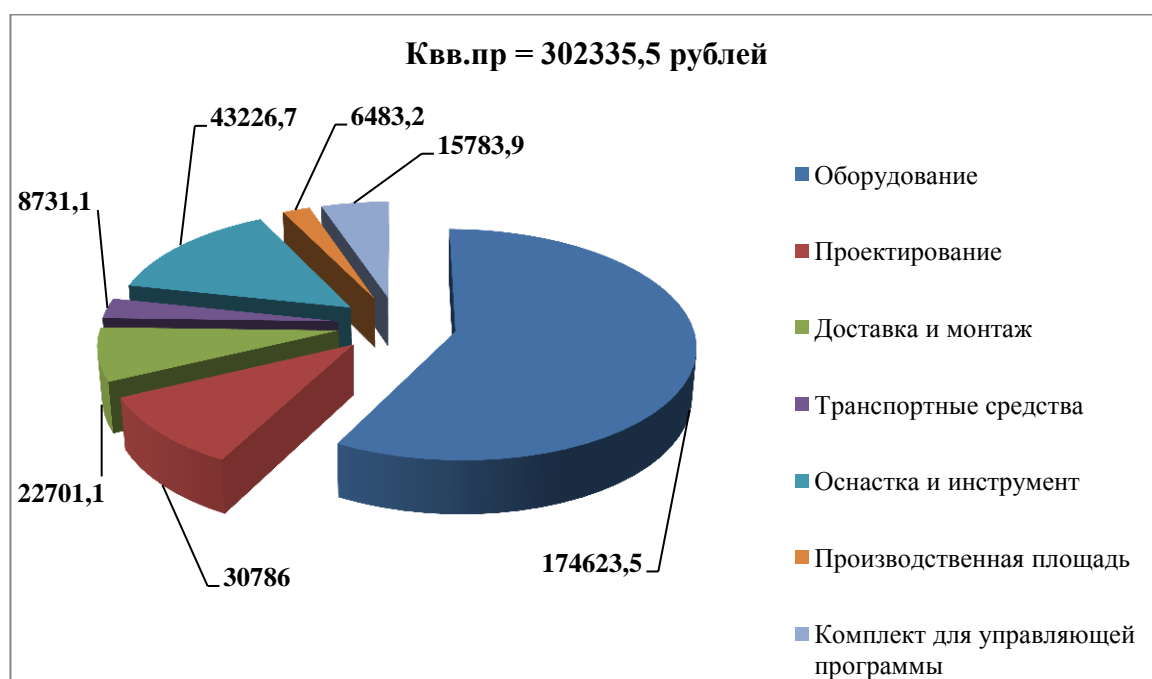


Рисунок 8 – Величина инвестиций и параметры, оказывающие на них влияние, руб.

Анализируя данные, представленные на рисунке 8, можно сделать вывод о том, что больше всего средств необходимо будет вложить в основное технологическое оборудование, величина которых составляет 174623,5 руб. или 57,8 % и на оснастку и инструмент, с величиной инвестиций 43226,7 руб., что составляет 14,3 % 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 2,1 % до 10,2 % от общей величины.

Применяемая методика определения срока окупаемости [10, с. 20-22], позволила определить, что за счет заложенной рентабельности производства в 25 %, позволяющей получить 548027 руб. чистой прибыли, вложенные инвестиции окупятся в течение 1 года. 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 38063,9 руб. и индекс доходности с величиной 1,13 руб./руб. Анализируя полученные данные и описание рекомендуемых значений, можно сделать вывод об эффективности разработанного технологического процесса изготовления вала тихоходного редуктора общего назначения.

Заключение

При выполнении данной бакалаврской работы, согласно заданию, выполнены все разделы, произведены необходимые проектные и расчетные работы, выполнена графическая часть, в виде комплекта чертежей. Более конкретно:

- 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 плана обработки в графической части 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;

В результате этого можно сказать, что цель бакалаврской работы разработка технологического процесса изготовления вала тихоходного с минимальной себестоимостью, достигнута.

Определенный в работе экономический эффект составляет 38063,9 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. 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. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин: Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Основы технологии машиностроения»/ составил к.т.н., доц. Козлов А.А., к.т.н., доц. Кузьмич И.В., к.т.н., доц. Солдатов А.А. – Тольятти: ТГУ, 2007. 210с.

18. 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.

19. 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.

20. 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.

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

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

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

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

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

26. 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.

27. 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).

28. 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.		Листовз		Листд	
Разраб. <u>Кривенков</u>		Провер. <u>Воронов</u>		Н.Контр <u>Воронов</u>		Утв. <u>Логинов</u>		Вал	
ТТУ		Код		ЕН		Н. расх.		КИМ.	
М01		ЕВ		МД		ЕН		0,72	
М02		166		23,9		-		Код загот.	
А		Цех		Уч.		РМ		Опер.	
Б		Код, наименование оборудования		Код, наименование операции		СМ		Проф.	
А03		000		XXXX		Заготовительная		Р	
Б04		000		XXXX		Заготовительная		УТ	
05Т		000		XXXX		Заготовительная		КР	
06		000		XXXX		Заготовительная		КОИД	
07		000		XXXX		Заготовительная		ЕН	
08О		005		4269		Фрезерноцентровальная		ОП	
09Т		381825		XXXX		Фрезерно-центровальный станок 2Г942		Кшт.	
10		-		-		-		1	
11		-		-		-		33	
12О		010		4269		Токарная		МЗ	
13Т		381825		XXXX		Станок токарный с ЧПУ, Fauc		-	
14		-		-		-		-	
15		-		-		-		-	
16Q		015		4269		Токарная		-	
17Т		381825		XXXX		Станок токарный с ЧПУ, Fauc		-	
18		-		-		-		-	
19		-		-		-		-	
20Q		020		4269		Токарная		-	
21Т		381825		XXXX		Станок токарный с ЧПУ, Fauc		-	
22		-		-		-		-	
23		-		-		-		-	
МК		-		-		-		-	

Продолжение Приложения А

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.		Взам.		Подп.																
Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Лист	Лист					
А					Обозначение документа															
Б					Вал															
А01			025	Код, наименование оборудования 4269 Токарная																
Б02				381825 XXXX Станок токарный с ЧПУ Fanuc																
03				Патрон самоцентрирующий, центр; Державки QS Co.oro Turn Prime для точения; Режущая пластина T-Max P для точения SANDVIC 25 x 25; Штангенциркуль																
04																				
05.0			030	Шпоночно-фрезерная																
06.1				Станок фрезерный с ЧПУ Fanuc																
07				Приспособление специальное; Фреза торцевая диаметр 6 SANDVIC; Штангенциркуль																
08																				
09			035	Шпоночно-фрезерная																
10				Станок фрезерный с ЧПУ Fanuc																
11				Приспособление специальное; Фреза торцевая диаметр 6 SANDVIC; Штангенциркуль																
12																				
13			040	Сверлильная																
14				Станок фрезерный с ЧПУ Fanuc																
15				Приспособление специальное; Сверло Co.oro Drill 460, диаметр 5 мм, с покрытием PVD TiAlN; Штангенциркуль																
16																				
17			045	Сверлильная																
18				Горизонтальный сверлильно-фрезерный станок BO 110																
19				Приспособление специальное; Сверло Co.oro Drill 460, диаметр 6,5 мм, с покрытием PVD TiAlN; Сверло Co.oro Drill 460, диаметр 8 мм, с покрытием PVD TiAlN																
МК																				

Б

Приложение В

Спецификация

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			20.БР.ОТМП.766.70.000 СБ	Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>						
A1	1		20.БР.ОТМП.766.70.001	Корпус патрона	1	
A4	2		20.БР.ОТМП.766.70.002	Подкулачок	3	
44	3		20.БР.ОТМП.766.70.003	Сухарь	3	
A4	5		20.БР.ОТМП.766.70.005	Кулачок сменный	3	
A3	6		20.БР.ОТМП.766.70.006	Втулка-клин	1	
A3	7		20.БР.ОТМП.766.70.007	Втулка	1	
A4	8		20.БР.ОТМП.766.70.008	Винт специальный	1	
A4	9		20.БР.ОТМП.766.70.009	Втулка	1	
A4	11		20.БР.ОТМП.766.70.011	Втулка	1	
A4	15		20.БР.ОТМП.766.70.015	Корпус	3	
A4	18		20.БР.ОТМП.766.70.018	Штифт специальный	3	
A1	27		20.БР.ОТМП.766.70.027	Корпус гидроцилиндра	1	
A3	29		20.БР.ОТМП.766.70.029	Крышка	1	
A3	31		20.БР.ОТМП.766.70.031	Шток	1	
A4	33		20.БР.ОТМП.766.70.033	Втулка	1	
A3	34		20.БР.ОТМП.766.70.034	Крышка	1	
A3	35		20.БР.ОТМП.766.70.035	Поршень	1	
20.БР.ОТМП.766.70.000 СБ						
Изм. Лист		№ докум.		Подп.	Дата	
Разраб. Кривенков						
Проб. Воронов						
Н.контр. Воронов						
Утв. Логинов						
Патрон				Сборочный чертеж		
Лит.		Лист		Листов		
Д		1		2		
ТГУ ТМдд-1502а						

Копировал

Формат А4

