



## Аннотация

Технологический процесс изготовления вторичного вала. Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2022.

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

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

В выпускной квалификационной работе:

- проведен анализ использованных материалов, где рассчитано аналитическим методом, и доказана правильность выбора заготовки;

- разработан технологический процесс, включающий выбор схем базирования;

- рассчитано и сконструировано специальное станочное приспособление, и режущий инструмент;

- определены показатели и мероприятия по безопасности технологического процесса;

- проведён расчет показателей экономической эффективности от предложенного технологического процесса;

- разработан и оформлен комплект технологической документации

- разработан необходимый комплект графического материала, в соответствии с заданием.

Бакалаврская работа содержит пояснительную записку в размере 67 страниц, содержащую 20 таблиц, 13 рисунков, и графическую часть, содержащую 7 листов.

## **Annotation**

The technological process of manufacturing the secondary shaft. Bachelor's work. Togliatti. Togliatti State University, 2022.

The bachelor's thesis presents the technology of manufacturing a secondary shaft for medium-scale production conditions.

Keywords: part, workpiece, processing route, processing plan, technological equipment, processing modes, device, tool, safety and environmental friendliness of the project, economic efficiency.

In the final qualifying work:

- an analysis of the materials used was carried out, where it was calculated by an analytical method, and the correctness of the choice of the workpiece was proved;

- a technological process has been developed, including the choice of basing schemes;

- a special machine tool and a cutting tool have been designed and constructed;

- indicators and measures for the safety of the technological process are determined;

- the calculation of economic efficiency indicators from the proposed technological process was carried out;

- a set of technological documentation has been developed and issued

- the necessary set of graphic material has been developed, in accordance with the task.

The bachelor's thesis contains an explanatory note in the size of 67 pages, containing 20 tables, 13 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.....	7
1.3 Технологичность детали.....	9
1.4 Задачи работы.....	11
2 Разработка технологической части работы.....	12
2.1 Выбор типа производства и его стратегии.....	12
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	12
2.3 Разработка ТП изготовления детали.....	17
2.4 Выбор СТО.....	26
2.5 Разработка технологических операций.....	31
3 Расчет и проектирование оснастки.....	34
3.1 Расчет и проектирование приспособления.....	34
3.2 Проектирование инструмента.....	38
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	41
5 Экономическая эффективность работы.....	50
Заключение.....	55
Список используемых источников.....	56
Приложение А Маршрутная карта.....	59
Приложение Б Операционные карты.....	65
Приложение В Спецификация.....	67

## Введение

«Машиностроение – одно из важнейших направлений промышленности. Его продукция поставляется всем отраслям промышленности, сельского хозяйства, транспорта, определяя уровень их развития. Перед технологами машиностроителями стоят задачи дальнейшего развития и повышения выпуска машин, их качества, снижения трудоемкости, себестоимости и металлоемкости их изготовления, внедрения поточных методов работы, механизации и автоматизации производства, а также сокращения сроков подготовки производства новых объектов.» [24]

«Принятые технологии изготовления деталей и сборки машины определяют ее качество и затраты на производство. Развитие технологии позволяет применять новые конструкторские решения, обеспечивающие повышение качества машины и снижение этих затрат. Машиностроение занимается изучением ряда закономерностей и их практического применения, действующих при изготовлении машин, с целью достижения заданного качества изделий и наибольшей экономической эффективности.»

Основной целью данной выпускной работы является проектирование технологического процесса изготовления детали – «вал вторичный». Для этого необходимо рассчитать режимы резания, припуски, подобрать оборудование, приспособления и инструмент, с помощью которого будет производиться обработка, оценить безопасность и экологичность изготовления изделия, рассчитать экономическую эффективность изготовления детали. Кроме того, необходимо рассчитать время, требуемое для изготовления детали. Полученный в результате исследования технологический процесс должен соответствовать требованиям экономичности.

Тогда, цель бакалаврской работы может быть сформулирована следующим образом: изготовление вала вторичного с минимальной себестоимостью.

## **1 Анализ исходных данных**

### **1.1 Служебное назначение детали**

«Деталь «вал вторичный» входит в коробку передач автомобиля ВАЗ 2112-1701105-30 и предназначен для передачи крутящего момента на передние колёса автомобиля.» [23]

«Вторичный вал полый. На нем расположены ведомые шестерни и синхронизаторы передач переднего хода. Ведущая шестерня главной передачи насаживается на вал на шлицевую поверхность и передаёт вращающий момент на ведомую шестерню главной передачи, входя с ней в зацепление. Ведомые шестерни насажены на игольчатые подшипники, смазка которых происходит через отверстия, расположенные в валу радиально. На распорные втулки насаживаются игольчатые подшипники, на которых в свою очередь находятся ведомые шестерни передач.» [22]

К детали можно предъявить следующие требования:

- должна быть обеспечена устойчивость к радиальной знакопеременной сосредоточенной нагрузке;
- должна быть обеспечена устойчивость к осевой нагрузке и крутящего момента;
- шлицы должны быть устойчивы к изгибающему усилию, контактного давления и силам трения.

Материал детали сталь 20ХГНМ по ТУ 1-2252-2007. Твёрдость после нитроцементации, закалки и низкого отпуска не менее 58 HRC<sub>3</sub>. Класс стали – конструкционная, высокоуглеродистая, легированная. Сталь находит большое применение в промышленности. Из нее изготавливают поковки, трубы, валы, крепежные детали, роторы, диски, зубчатые колеса, фланцы, втулки для длительной службы при температурах до 550°С. [25]

Стоимость данной стали относительно невысокая, а наряду со своими механическими характеристиками находит широкое применение в различных областях машиностроения. Ниже в таблице 1 и таблице 2 указаны основные свойства и состав данной стали.

Таблица 1 – Химический состав стали 20ХГНМ, в %.

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0.17 - 0.25	0.17 - 0.37	1.5 - 1.8	1	до 0.035	до 0.035	1	до 0.3

Примечание: Доля примесей фосфора и серы зависит от группы отливок и вида выплавки стали.

В составе стали присутствует большое количество полезных легирующих элементов – магний, никель и кремний. Концентрация вредных элементов (таких как сера и фосфор) должна быть ограничена и выдерживается по ГОСТу в определенном диапазоне (предельная концентрация данных элементов показана в таблице 1).

Плотность (или удельный вес) стали 20ХГНМ составляет 7826 кг/м<sup>3</sup>. К отпускной хрупкости структура не склонна.

Таблица 2 - Механические свойства стали 20ХГНМ по ТУ 1-2252-2007

Сталь	$\sigma_T$	$\sigma_B$	$\delta_5$	$\Psi$
20ХГНМ	590	700	14	50

## 1.2 Классификация поверхностей детали

К детали (рисунок 1) предъявляются повышенные требования по качеству мех. обработки шлицевых пазов (биение не более 0,08, Ra1,25), а также по торцевым поверхностям вала (биение не более 0,1, Ra6,3). В остальном требования к механической обработке не высокие – точность по Н14; h14; IT14/2, шероховатость поверхности Ra12,5. Классификация поверхностей по служебному назначению показана ниже в таблице 3.

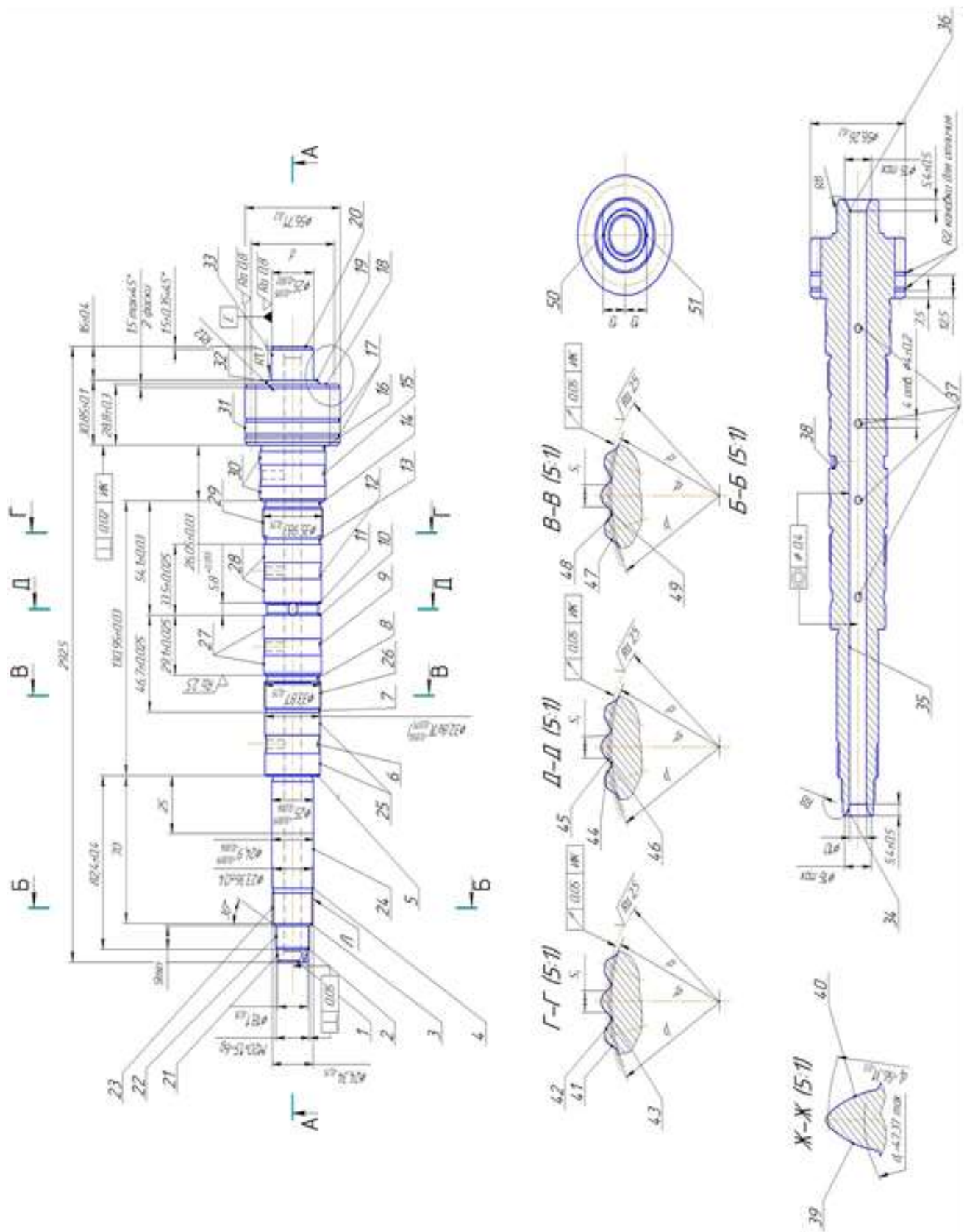


Рисунок 1 – Общий вид детали - «Вал вторичный»



Таблица 3 – Классификация по служебному назначению поверхностей детали

Наименование поверхностей	Номера поверхностей
ОКБ	24,33
ВКБ	25,27,28,30,31
Исполнительные	41,42,44,45,47,48,50,51
Свободные	остальные

### 1.3 Технологичность детали

Под технологичностью конструкции детали (ТКД) понимают соответствие конструкции детали ее служебному назначению, при минимальной себестоимости и материалоемкости изделия. [14]

Существует два метода определения технологичности конструкции детали: 1) качественный; 2) количественный.

Суть качественного метода заключается в том, что проводится анализ данной детали на соответствие следующим требованиям:

- элементы детали должны быть простыми и унифицированными;
- анализируется возможность применения при изготовлении высокопроизводительных методов обработки;
- элементы детали должны обеспечивать простое и надежное базирование детали с использованием принципов совмещения и постоянства баз;
- в детали не должно быть труднодоступных мест для обработки сложных поверхностей;
- при обработке детали должен быть обеспечен подвод и отвод, замена режущего инструмента;
- жесткость детали должна обеспечивать получение заданной точности поверхности.

Оценка конструкции детали на технологичность:

Суть количественного метода заключается в том, что ТКД оценивают путем расчета числовых значений определенных коэффициентов, которые

характеризуют простоту и точность детали, сложность обработки для достижения заданной точности и шероховатости, а также материалоемкости.

Качественный метод определения ТКД:

- чертеж обладает полной информацией для изготовления детали, обладает всеми необходимыми размерами на представленном виде в соответствии с ГОСТ 2.305 и не требует дополнительных видов, сечений разрезов и т.д;
- обрабатываемость данной стали резанием при HB 170 и  $\sigma_B=520$ МПа:
  - при обработке твердосплавным инструментом  $K_{v,тв.спл.} = 1,2$ ;
  - при обработке быстрорежущим инструментом  $K_{v,тв.спл.} = 1,05$ .
- поскольку оба коэффициента обрабатываемости детали лежат в диапазоне  $1 < K < 1,4$ , можно утверждать, что обрабатываемость материала хорошая, возможно легко получить требуемую шероховатость;
- практически все элементарные поверхности образующие данную деталь обладают свободным доступом для режущего и мерительного инструмента, единственное затруднение может возникнуть при контроле отверстия диаметром 33 в центре муфты, из-за того, что доступ к измерениям перекрывается шлицами;
- основной квалитет по данным поверхностям 14-й, что дает более свободное поле допуска при изготовлении детали, тем самым уменьшая трудоемкость наладки (настройки) оборудования и последующего его изготовления. Основная шероховатость элементарных поверхностей Ra1.25, Ra3.2, Ra6.3, Ra12.5, и соответствует 6-3 классам. Сопряжение поверхностей детали с различной точностью и шероховатостью соответствуют применяемым методом и средствами обработки;
- поверхности, которые выполняются с помощью обработки механическими способами, имеют достаточную, требуемую степень

точности, а также нужную шероховатость металла. Данное качество и принцип обработки гарантируют максимально точную работу детали.

- глубокое сквозное отверстие в центре вала существенно усложняет обработку детали.

Вывод: анализируемая деталь - «Вал вторичный», показывает крайне не высокую степень технологичности, таким образом, является не технологичной.

#### **1.4 Задачи работы**

Исходя из поставленной выше цели, а также описания служебного назначения детали и ее технологичности, можно сформулировать задачи бакалаврской работы.

В первую очередь необходимо определить тип производства т.к. все характеристики проектируемого технологического процесса зависят от типа производства. Тип производства был определён выше в разделе 1.3.

Исходя из особенностей производства, мы определяем способ получения заготовки и проектируем ее. При этом следует рассмотреть не менее двух способов получения заготовки и выбрать наиболее экономичный способ на основе технико-экономического анализа.

Далее необходимо: спроектировать план изготовления детали; выбрать средства технологического оснащения и спроектировать технологические операции.

После этого необходимо спроектировать более совершенное станочное приспособление и режущий инструмент.

В заключении необходимо сделать выводы о проделанной работе и составить пояснительную записку.

## 2 Разработка технологической части работы

### 2.1 Выбор типа производства и его стратегии

Масса и объем выпуска изделия являются главными показателями для определения типа производства. Данный тип определим, по методике [12]. Согласно задания - программа составляет 10000 шт./год., а согласно чертежа детали – масса составляет 1,6 кг. Применяя методику [12] тип производства определяем, как среднесерийный.

Показатели стратегии среднесерийного производства представлены ниже в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели стратегии производства

№	Показатель производства	Характеристика показателя с точки зрения стратегии производства
1	Разновидность оборудования	универсальная
2	Технологическая документация	в виде операционных и маршрутных технологических карт
3	Разновидность оснастки	универсальная
4	Расстановка в цехе оборудования	по группам станков
5	Нормирование ТП	по общемашиностроительным нормативам
6	Метод изготовления заготовки	прокат, поковка
7	Использование достижений науки	не высокое
8	Метод определения припуска	по таблицам
9	Квалификация наладчиков	высокая
10	Квалификация рабочих	высокая
11	Определение режимов резания	по статистическим и эмпирическим зависимостям
12	Уровень автоматизации	низкий
13	Транспортировка деталей между операциями	вручную, электрокар, кран-балка
14	Форма организации ТП	предметные партии не большого объема
15	Коэффициент концентрации операций	10-20

### 2.2 Выбор метода получения заготовки

Учитывая геометрические параметры вала вторичного, в условиях

среднесерийного производства, в качестве заготовки для него может быть использована заготовка из проката или штампованная заготовка. Сравним эти два варианта получения заготовок по стоимости. [3], [4].

Получение заготовки из проката.

Стоимость заготовки из проката определяем по формуле (1):

$$C_{\text{заг}} = \frac{C}{1000} \times M_{\text{заг}} - (M_{\text{заг}} - M_{\text{д}}) \times \frac{C_{\text{от}}}{1000}, \quad (1)$$

где  $C$  – стоимость 1 тонны материала заготовки (Сталь 20ХГНМ),  
 $C=68000$  руб./т;

$M_{\text{д}}$ - масса готовой детали,

$M_{\text{д}}=2,1$  кг;

$C_{\text{от}}$ - стоимость 1 тонны отходов,

$C_{\text{от}}=13000$  руб./т;

$M_{\text{заг}}$ - масса заготовки.

Массу заготовки определяем по формуле (2):

$$M_{\text{заг}} = M_{\text{заг}} \times \rho = \frac{\pi \times d^2}{4} \times L \times \rho, \quad (2)$$

где  $d$  – диаметр проката, мм;

$L$  – длина проката, мм;

$\rho$ - плотность материала заготовки.

$$M_{\text{заг}} = \frac{3,14 \cdot 75^2}{4} \cdot 152 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 5,27 \text{ кг}$$

Стоимость заготовки из проката составляет:

$$C_{\text{заг}} = \frac{68000}{1000} \cdot 5,27 - (5,27 - 2,1) \cdot \frac{13000}{1000} = 317,15 \text{ руб.}$$

Получение заготовки на штамповкой.

Стоимость штампованной заготовки определяем по формуле (4):

$$C_{\text{шт}} = \left( \frac{C}{1000} \times M_{\text{шт}} \times K_T \times K_C \times K_B \times K_M \times K_{\Pi} \right) - (M_{\text{шт}} - M_D) \times \frac{C_{\text{от}}}{1000}, (4)$$

где  $C$  – стоимость 1 тонны заготовок, полученных штамповкой из базового материала (20ХГНМ),  $C=152000$  руб./т;

$C_{\text{от}}$ - стоимость 1 тонны отходов,

$C_{\text{от}}=13000$  руб./т.

$K_T$ - коэффициент, учитывающий точность поковки.

Класс точности поковок устанавливают в зависимости от вида оборудования по ГОСТ 7505-89. Для штамповки на КГШП класс точности Т4, Т5.

$K_T=1,0$  для класса точности Т4;

$K_C$ - коэффициент, учитывающий сложность поковки.

Степень сложности определяем по формуле (5):

$$C = \frac{M_{\text{шт}}}{M_{\phi}}; \quad (5)$$

где  $M_{\phi}$  - масса простейшей геометрической фигуры, минимального объема, в которую вписывается заготовка, кг. Тогда по формуле (6):

$$M_{\phi} = \frac{\pi}{4} \times \rho \times d^2 \times L \quad (6)$$

$$M_{\text{заг}} = \frac{3,14 \cdot 70^2}{4} \cdot 148 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 4,47 \text{ кг.}$$

Тогда:

$$C = \frac{2,76}{4,47} = 0,62$$

Степень сложности – С1 [14, с. 30];

$K_c=0,75$  для С1;

$K_B$ - коэффициент, учитывающий массу поковки,  $K_B = 0,87$  ;

$K_M$ - коэффициент, учитывающий материал,  $K_M = 1,0$  ;

$K_{II}$ - коэффициент, учитывающий серийность (программу выпуска),  
 $K_{II}=1,0$  ;

$M_{шт}$ - масса штампованной заготовки. Тогда по формуле (7):

$$M_{шт} = \frac{\pi}{4} \cdot \rho \left( \sum_1^n d_i^2 \cdot L_i \right), \quad (7)$$

где  $d_i$  - диаметр  $i$ -той ступени заготовки на длине  $L_i$ , мм.

$$M_{шт} = \frac{3,14}{4} \cdot 7,85(30^2 \cdot 38 + 36^2 \cdot 27 + 46^2 \cdot 7 + 70^2 \cdot 42,8 + 46^2 \cdot 17,2 + 30^2 \cdot 16) = 2,12 \text{ кг}$$

$$M_{шт} = 1,3 \cdot 2,12 = 2,76 \text{ кг}$$

Стоимость штампованной заготовки составляет:

$$C_{шт} = \frac{152000}{1000} \cdot 2,76 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 0,87 \cdot 1 \cdot 1 - (2,76 - 2,1) \cdot \frac{13000}{1000} = 265,15 \text{ руб.}$$

Сравнив два метода получения заготовки, делаем вывод, что стоимость штампованной заготовки меньше чем из проката. Также, разность коэффициентов использования материала указывает на целесообразность использования заготовки из штамповки. Общий вид заготовки представлен на рисунке 2. [6], [8].





### 2.3 Разработка ТП изготовления детали

На первом этапе определим предполагаемый маршрут обработки для каждой из поверхностей. [5]

Данные по поверхности 1 - Ra12.5, IT14, плоская. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, точение черновое, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 2 - Ra12.5, IT14, плоская. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, точение черновое, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 3 - Ra12.5, IT14, плоская. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, точение черновое, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 4 - Ra12.5, IT14, плоская. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, точение черновое, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 5 - Ra12.5, IT14, плоская. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, точение черновое, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 6 - Ra12.5, IT14, цилиндрическая. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, точение черновое, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 7 - Ra12.5, IT14, цилиндрическая. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной

поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, точение черновое, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 8 - Ra2.5, IT8, цилиндрическая. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, точение черновое, точение чистовое, термообработка, шлифование, фосфатация.

Данные по поверхности 9 - Ra12.5, IT14, цилиндрическая. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, точение черновое, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 10 - Ra2.5, IT8, плоская. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, точение черновое, точение чистовое, термообработка, шлифование, фосфатация.

Данные по поверхности 11 - Ra2.5, IT8, плоская. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, точение черновое, точение чистовое, термообработка, шлифование, фосфатация.

Данные по поверхности 12 - Ra12.5, IT14, цилиндрическая. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, точение черновое, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 13 - Ra2.5, IT8, плоская. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, точение черновое, точение чистовое, термообработка, шлифование, фосфатация.

Данные по поверхности 14 - Ra12.5, IT14, плоская. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, точение черновое, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 15 - Ra12.5, IT14, цилиндрическая. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, точение черновое, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 16 - Ra12.5, IT14, плоская. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, точение черновое, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 17 - Ra12.5, IT14, цилиндрическая. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, точение черновое, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 18 - Ra12.5, IT14, плоская. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, точение черновое, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 19 - Ra12.5, IT14, плоская. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, точение черновое, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 20 - Ra12.5, IT14, плоская. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, точение черновое, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 21 - Ra12.5, IT14, цилиндрическая. Исходя из

приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, точение черновое, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 22 - Ra12.5, IT14, цилиндрическая. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, точение черновое, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 23 – Ra0.8, IT6, цилиндрическая. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, точение черновое, точение чистовое, термообработка, шлифование, фосфатация.

Данные по поверхности 24 – Ra0.8, IT6, цилиндрическая. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, точение черновое, точение чистовое, термообработка, шлифование, фосфатация.

Данные по поверхности 25 – Ra0.8, IT6, цилиндрическая. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, точение черновое, точение чистовое, термообработка, шлифование, фосфатация.

Данные по поверхности 26 - Ra12.5, IT14, цилиндрическая. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, точение черновое, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 27 – Ra0.8, IT6, цилиндрическая. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, точение черновое, точение чистовое, термообработка,

шлифование, фосфатация.

Данные по поверхности 28 – Ra0.8, IT6, цилиндрическая. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, точение черновое, точение чистовое, термообработка, шлифование, фосфатация.

Данные по поверхности 29 - Ra12.5, IT14, цилиндрическая. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, точение черновое, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 30 – Ra0.8, IT6, цилиндрическая. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, точение черновое, точение чистовое, термообработка, шлифование, фосфатация.

Данные по поверхности 31 - Ra12.5, IT14, цилиндрическая. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, точение черновое, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 32 - Ra12.5, IT14, плоская. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, точение черновое, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 33 – Ra0.8, IT6, цилиндрическая. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, точение черновое, точение чистовое, термообработка, шлифование, фосфатация.

Данные по поверхности 34 - Ra12.5, IT14, цилиндрическая. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной

поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, сверление, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 35 - Ra12.5, IT14, цилиндрическая. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, сверление, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 36 - Ra12.5, IT14, цилиндрическая. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, сверление, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 37 - Ra12.5, IT14, цилиндрическая. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, сверление, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 38 - Ra12.5, IT14, цилиндрическая. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, сверление, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 39 – Ra0.8, 6 степень точности, эвольвентная. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, зубофрезерование, термообработка, шевингование, фосфатация.

Данные по поверхности 40 – Ra0.8, 6 степень точности, эвольвентная. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, зубофрезерование, термообработка, шевингование, фосфатация.

Данные по поверхности 41 – Ra2.5, 6 степень точности, эвольвентная. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, шлицефрезерная, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 42 – Ra2.5, 6 степень точности, эвольвентная. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, шлицефрезерная, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 43 – Ra2.5, 6 степень точности, эвольвентная. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, шлицефрезерная, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 44 – Ra2.5, 6 степень точности, эвольвентная. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, шлицефрезерная, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 45 – Ra2.5, 6 степень точности, эвольвентная. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, шлицефрезерная, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 46 – Ra2.5, 6 степень точности, эвольвентная. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, шлицефрезерная, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 47 – Ra2.5, 6 степень точности, эвольвентная. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, шлицефрезерная, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 48 – Ra2.5, 6 степень точности, эвольвентная. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, шлицефрезерная, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 49 – Ra2.5, 6 степень точности, эвольвентная. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной

поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, шлицефрезерная, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 50 - Ra12.5, IT14, плоская. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, фрезерование, термообработка, фосфатация.

Данные по поверхности 50 - Ra12.5, IT14, плоская. Исходя из приведенных данных, возможным маршрутом обработки данной поверхности будут следующие, последовательно проведенные переходы: штамповка, фрезерование, термообработка, фосфатация.

Сведем полученные данные в таблицу 5.

Таблица 5 – Технологический маршрут обработки поверхностей

№ поверхности	Наименование переходов
1	T- TO-Фф
2	T- TO-Фф
3	T- TO-Фф
4	T- TO-Фф
5	T- TO-Фф
6	T- TO-Фф
7	T- TO-Фф
8	T-T <sub>ч</sub> -TO-Ш-Фф
9	T- TO-Фф
10	T-T <sub>ч</sub> -TO-Ш-Фф
11	T-T <sub>ч</sub> -TO-Ш-Фф
12	T- TO-Фф
13	T-T <sub>ч</sub> -TO-Ш-Фф
14	T- TO-Фф
15	T- TO-Фф
16	T- TO-Фф
17	T- TO-Фф
18	T- TO-Фф
19	T- TO-Фф
20	T- TO-Фф
21	T- TO-Фф
22	T- TO -P <sub>H</sub>
23	T-T <sub>ч</sub> -TO-Ш-Фф
24	T-T <sub>ч</sub> -TO-Ш-Фф
25	T-T <sub>ч</sub> -TO-Ш-Фф
26	T- TO-Фф
27	T-T <sub>ч</sub> -TO-Ш-Фф



Продолжение таблицы 5

№ поверхности	Наименование переходов
28	Т-Т <sub>ч</sub> -ТО-Ш-Фф
29	Т-ТО-Фф
30	Т-Т <sub>ч</sub> -ТО-Ш-Фф
31	Т-ТО-Фф
32	Т-ТО-Фф
33	Т-Т <sub>ч</sub> -ТО-Ш-Фф
34	С-ТО-Фф
35	С-ТО-Фф
36	С-ТО-Фф
37	С-ТО-Фф
38	С-ТО-Фф
39	З <sub>ф</sub> -ТО-Шв-Фф
40	З <sub>ф</sub> -ТО-Шв-Фф
41	Ф <sub>ш</sub> -ТО-Фф
42	Ф <sub>ш</sub> -ТО-Фф
43	Ф <sub>ш</sub> -ТО-Фф
44	Ф <sub>ш</sub> -ТО-Фф
45	Ф <sub>ш</sub> -ТО-Фф
46	Ф <sub>ш</sub> -ТО-Фф
47	Ф <sub>ш</sub> -ТО-Фф
48	Ф <sub>ш</sub> -ТО-Фф
49	Ф <sub>ш</sub> -ТО-Фф
50	Ф-ТО-Фф
51	Ф-ТО-Фф

В таблице 6 приведены следующие сокращения:

С – сверлильная;

Т - токарная;

Т<sub>ч</sub> - токарная чистовая;

ТО – термическая;

Ш – шлифовальная;

Ш<sub>ч</sub> – шлифовальная чистовая;

З<sub>ф</sub> – зубофрезерная;

Ф<sub>ш</sub> – шлицефрезерная;

Ф – фрезерная;

Р<sub>н</sub> – резбонарезная;

Шв – шевенговальная;

Фф – фосфатирование;

Нр – резьбонакатная;

ТО - термический.

Технологический процесс изготовления вторичного вала в целом представлен ниже в таблице 6. [17], [18]

Таблица 6 – Технологический процесс обработки детали

№ операции	Наименование операции	Точность (IT)	Ra, мкм
000	Заготовительная	15	Rz=200
010	Токарнофрезерная	8	3,2
020	Термическая	-	-
030	Правильная		
040	Шлифовальная	6	0,8
050	Шлифовальная	6	0,8
060	Шлифовальная	7	2,5
070	Шевенговальная	бст	1,6
080	Моечная	-	-
090	Фосфатирование	-	-
100	Резьбонакатная	7	2,5
110	Моечная	-	-
120	Контрольная	-	-
130	Шумоконтрольная	-	-

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

## 2.4 Выбор СТО

В данном разделе необходимо для каждой операции и перехода подобрать такое оборудование, инструмент и измерительный прибор, чтобы с минимальными затратами средств и времени обеспечить выпуск продукции требуемого качества. [9]

Подбор оборудования.

Подбор станочного оборудования будем вести с учетом следующих принципов:

- рабочая зона станка должна обеспечивать обработку детали, при этом зона обработки должна быть не меньше требуемой, но в то же время не превышать значительно параметры обработки;
- подобранное оборудование должно соответствовать по точности детали;
- станки должны подбираться таким образом, чтобы обеспечивать максимальный съем материала и скорость обработки, при этом должны быть достигнуты требуемые качество поверхности и точность обработки;
- оборудование должно соответствовать действующим стандартам экологичности и безопасности;
- оборудование должно быть обеспечено технической поддержкой производителя и быстрой заменой комплектующих, в условиях санкционного давления рекомендуется использовать отечественное оборудование.

Станки с ЧПУ – это станки, управление которыми осуществляется при помощи специализированных программ. Человек напрямую управляет подачами только во время подготовительных операций (привязка инструмента, установка инструмента и т.д.). Благодаря программному управлению станки широко применяются во всех отраслях промышленности, выдавая качественную продукцию с максимальной эффективностью.

Основные преимущества станков с ЧПУ по сравнению с универсальными станками:

- высокая точность повторения, один раз составленная и проверенная программа позволяет выпускать большое количество деталей с минимальным процентом брака;
- позволяют изготавливать сложные поверхности с использованием универсальных режущих инструментов;

- при производстве деталей сложной формы не требуется высокая квалификация работника, так же не требуется большое количество работников;
- возможность работать круглосуточно с остановками только на техобслуживание;
- возможность автоматической смены инструментов, что позволяет, к примеру, для каждой операции использовать наиболее подходящую форму резца при токарной обработки;
- более безопасны, поскольку работник не управляет напрямую траекторией инструмента, к тому же не требуется постоянное внимание при обработке.

Выбранное оборудование для каждой операции занесем в таблицу 8.

Выбор приспособлений. Для обработки торцов и внутренних отверстий целесообразно применять специальные приспособления. Результаты подбора приспособлений занесем в таблицу 8.

В среднесерийном производстве экономически целесообразно использовать специализированный инструмент. В настоящее время промышленностью освоен выпуск широкой номенклатуры режущего инструмента, поэтому, учитывая сложную геометрию детали, для фрезерной обработки будем использовать стандартные фрезы. Выбор инструмента произведем на основании рекомендаций сервиса CoroPlusToolguide.

Наименование и размер инструмента, марку материала, номер стандарта представлены в таблице 8.

При подборе мерительного инструмента будем придерживаться следующих рекомендаций:

- точность измерительных инструментов и приспособлений должна обеспечивать достоверность контроля;
- в единичном, мелкосерийном и среднесерийном производстве следует применять универсальные средства контроля

(штангенциркули, микрометры, длинномеры; рычажно-зубчатые и пружинные измерительные головки, оптикомеханические приборы). В крупносерийном и массовом производстве следует применять специальный инструмент (калибры, шаблоны, автоматические измерительные устройства);

- использовать преимущественно стандартные средства контроля.

Подобранные инструменты для контроля на каждой операции занесены в таблицу 7. [13], [15].

Таблица 7 - Выбор СТО

№ операции	Рекомендуемое оборудование	Станочное приспособление	Режущий инструмент	Средство контроля
010 Установ А	Токарнофрезерный обрабатывающий центр DMG CTX gamma 2000 TC GILDEMEISTER	3-х кулачковый пневматический самоцентрирующийся патрон $\varnothing 250$ мм	Переход 1: инструмент PRGCR 2020K 12 с пластиной RCMT 12 04 MP-N7 4425	Штангенциркуль (150 мм, 0.05 мм) ЧИЗ ШЦ-1 26322
			Переход 2: инструмент 870-2100-21LX1-8 с головкой 870-2180-21-PM 4334	

Продолжение таблицы 7

№ операции	Рекомендуемое оборудование	Станочное приспособление	Режущий инструмент	Средство контроля
010 Установ А	Токарнофрезерный обрабатывающий центр DMG CTX gamma 2000 TC GILDEMEISTER	3-х кулачковый пневматический самоцентрирующийся патрон ø250 мм	Переход 3: Сверло диаметр 10 Переход 4: инструмент PRGCR 2020K 12 с пластиной RCMT 12 04 MP-N7 4425 Переход 5: инструмент 870-2100-21LX1-8 с головкой 870-2180-21-PM 4334	Штангенциркуль (150 мм, 0.05 мм) ЧИЗ ШЦ-1 26322
010 Установ Б	Токарнофрезерный обрабатывающий центр DMG CTX gamma 2000 TC GILDEMEISTER	3-х кулачковый пневматический самоцентрирующийся патрон ø250 мм	Переход 1: инструмент PRGCR 2020K 12 с пластиной RCMT 12 04 MP-N7 4425 Переход 2: инструмент 870-2100-21LX1-8 с головкой 870-2180-21-PM 4334 Переход 3: Сверло диаметр 10 Переход 4: инструмент PRGCR 2020K 12 с пластиной RCMT 12 04 MP-N7 4425 Переход 5: инструмент 870-2100-21LX1-8 с головкой 870-2180-21-PM 4334	Штангенциркуль (150 мм, 0.05 мм) ЧИЗ ШЦ-1 26322

Продолжение таблицы 7

№ операции	Рекомендуемое оборудование	Станочное приспособление	Режущий инструмент	Средство контроля
040	Шлифовальный станок FANUC	3-х кулачковый пневматический самоцентрирующийся патрон $\varnothing 250$ мм	Круг шлифовальный 1- 500×50×60 24AF16L6V5	Штангенциркуль (150 мм, 0.05 мм) ЧИЗ ШЦ-1 26322
050	Шлифовальный станок FANUC	3-х кулачковый пневматический самоцентрирующийся патрон $\varnothing 250$ мм	Круг шлифовальный 1- 500×50×60 24AF16L6V5	Штангенциркуль (150 мм, 0.05 мм) ЧИЗ ШЦ-1 26322
060	Шлифовальный станок FANUC	3-х кулачковый пневматический самоцентрирующийся патрон $\varnothing 250$ мм	Круг шлифовальный 1- 500×50×60 24AF08L6V5	Штангенциркуль (150 мм, 0.05 мм) ЧИЗ ШЦ-1 26322
070	Шевенговальный станок FANUC	3-х кулачковый пневматический самоцентрирующийся патрон $\varnothing 250$ мм	Шевер	Штангенциркуль (150 мм, 0.05 мм) ЧИЗ ШЦ-1 26322
100	Резьбонакатной станок FANUC	3-х кулачковый пневматический самоцентрирующийся патрон $\varnothing 250$ мм	Ролик накатной, резьбовой	Штангенциркуль (150 мм, 0.05 мм) ЧИЗ ШЦ-1 26322

Принятая в таблице 8 технологическая оснастка и инструмент позволяют обеспечить выполнение технологического процесса наиболее эффективным образом.

## 2.5 Разработка технологических операций

Нормы времени на выполнение операций определяются расчетным методом, формула 8. Норма штучного времени, мин:

$$t_{ум} = t_0 + t_d + t_{mo} + t_{орг.обсл} \quad (8)$$

где  $t_0$  – основное время обработки;

$t_d$  – вспомогательное время (установка – снятие заготовки, запуск – остановка станка, контроль детали, уборка станка);

$t_{т.о}$  – соответственно время технического и организационного обслуживания;

$t_{орг.обсл}$  – время на организацию обслуживания. [1], [16]

Оперативное время, формула 9:

$$t_{он} = t_0 + t_ε \quad (9)$$

Норма времени на техническое обслуживание оборудования, формула 10:

$$t_{m.o.} = 0,1 \cdot t_0 \quad (10)$$

Норма времени на организацию обслуживания, формула 11, мин:

$$t_{орг.об} = 0,07 \cdot t_{он} \quad (11)$$

Определяем нормы времени для всех операций и заносим их в таблицу 9.

Штучно – калькуляционное время на изготовление одной детали состоит из штучного  $t_{шт}$  и подготовительно-заключительного  $t_{п-з}$  времени на одну деталь, формула 12:

$$t_{ум-к} = t_{ум} + t_{п-з} \text{ мин.} \quad (12)$$

Результаты выбора и расчета заносим в таблицу 8.



Таблица 8 – Нормы времени для ТП изготовления детали

№ операции	Наименование операции	$T_o$ , мин	Значения коэффициента, ф	Штучно-калькуляционное время $T_{штк}$ , мин
010	Токарнофрезерная	6,2	1,73	10,7
040	Шлифовальная	0,1	2,1	0,21
050	Шлифовальная	0,11	2,1	0,23
060	Шлифовальная	0,45	2,1	0,95
070	Шевенговальная	0,52	2,6	1,35
100	Резьбонакатная	0,1	2	0,2

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

- выполнить чертеж заготовки;
- выполнить чертеж плана обработки;
- выполнить чертежи наладок.

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

### 3 Расчет и проектирование оснастки

#### 3.1 Расчет и проектирование приспособления

Станочное приспособление проектируем для 010 токарнофрезерной операции, операционный эскиз которой представлен на рисунке 3.

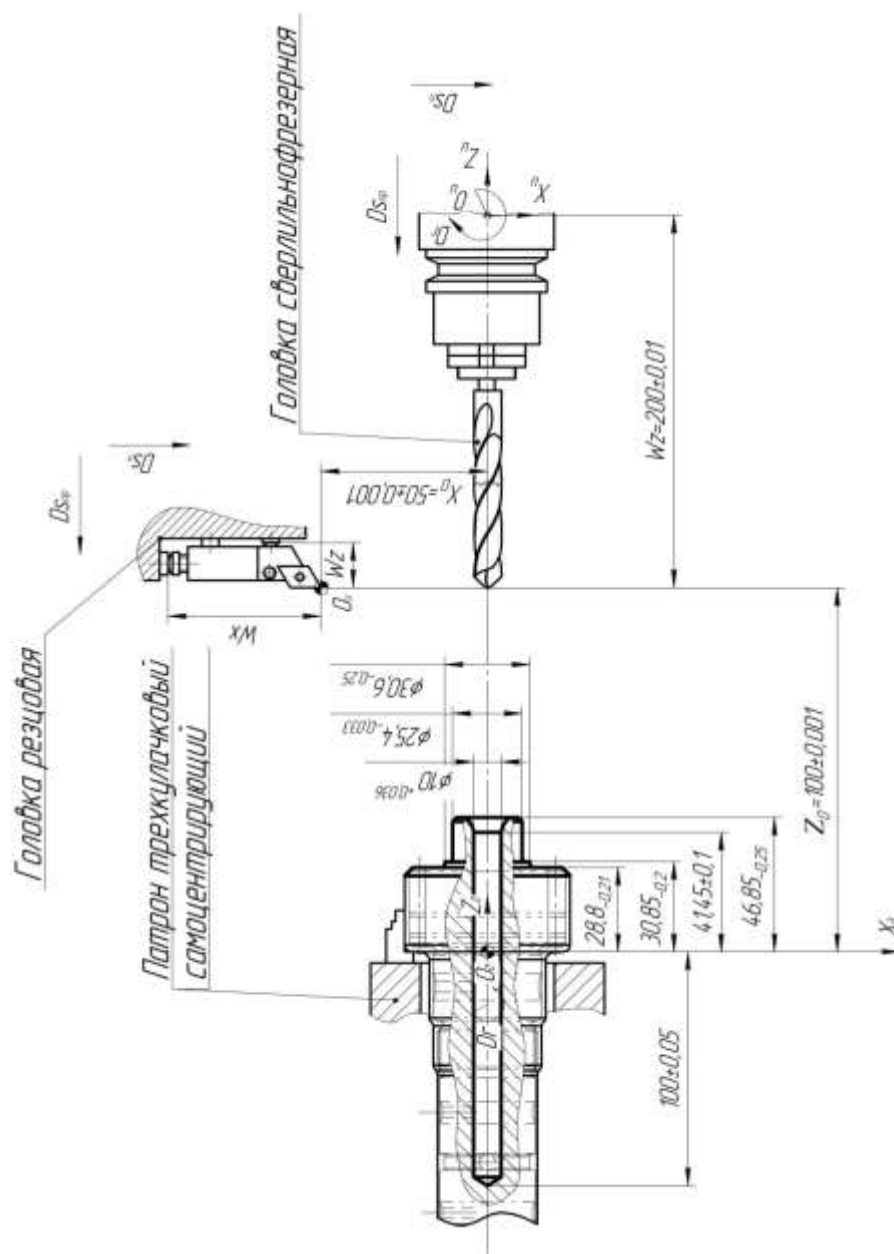


Рисунок 3 – Операционный эскиз операции 010

Деталь выполнена из стали 20ХГНМ, твердость 170 НВ. Требуемая шероховатость поверхности Ra12.5. Размеры и допуски проставлены на операционном эскизе.

Обработка производится на токарнофрезерном обрабатывающем центре DMG CTX gamma 2000 TC GILDEMEISTER.

Подбор режущего инструмента и расчет режимов резания для данной операции произведен автоматизированным способом с помощью сервиса CoroPlusToolguide (<https://www.sandvik.coromant.com>).

Обработка черновая, ведется в 2 прохода, скорость резания для каждого прохода 228 м/мин, глубина резания 1,15 мм, подача 0,225 мм/об.

Обработку ведем резцом DDNNN 2020K 11 с пластиной DNMG 11 04 04-PM 4425.

Тип проектируемого приспособления – патрон.

Принцип действия приспособления.

При обработке каждая деталь устанавливается в приспособление цилиндрической поверхностью диаметром 25Н7 и с упором в торец, реализуется формой кулачка патрона. Таким образом, приспособление обеспечивает неполное базирование детали (4 степени свободы). Зажим детали происходит с помощью гидроцилиндра двойного действия. Для этого масло подается в штоковую полость, поршень с прикрепленным к нему опорной гайкой и штоком движется вправо, зажимает при этом деталь. Деталь обрабатывается. Для раскрепления детали масло подается в бесштоковую полость, поршень движется влево, разжимается деталь. [2]

Спроектированное приспособление (рисунок 4) является многоместным отвечающим условиям серийного производства.

Решая задачу статики на равновесие твердого тела, получим зависимости для определения усилий зажима по осям. Данные по такому расчету представим в виде таблицы 9. Расчет основных параметров привода и зажимного механизма патрона приведем ниже в виде таблицы 10. [19]



Таблица 9 – Определение усилия зажима

Расчетная зависимость	По оси X	По оси Y	По оси Z
Момент резания	$M_P^I = \frac{P_x \cdot D_1}{2}$	$M_P^{II} = P_y \cdot l^I$	$M_P^I = \frac{P_z \cdot D_1}{2}$
Момент закрепления	$M_3^I = \frac{W \cdot f \cdot D_2}{2}$	$M_3^{II} = \frac{2}{3} \cdot W^{II} \cdot f \cdot D_2$	$M_3^I = \frac{W \cdot f \cdot D_2}{2}$
Коэффициент запаса	2,5	2,5	2,5
Сила зажима	$W_z^I = \frac{K \cdot P_z \cdot D_1}{f \cdot D_2}$	$W_3^{II} = \frac{3 \cdot K \cdot P_y \cdot l^I}{2 \cdot f \cdot D_2}$	$W_z^I = \frac{K \cdot P_z \cdot D_1}{f \cdot D_2}$
Расчет силы зажима по осям	$W_z = \frac{2,5 \cdot 1576 \cdot 80}{0,3 \cdot 57,5} = 8350 \text{ Н}$	$W_3^{II} = \frac{3 \cdot 2,5 \cdot 732 \cdot 730 \cdot 0,66}{2 \cdot 0,3 \cdot 57,5} = 18320 \text{ Н}$	$W_z = \frac{2,5 \cdot 1576 \cdot 80}{0,3 \cdot 57,5} = 19777 \text{ Н}$
Корректировка силы зажима	$W_1 = \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot (L_K/H_K)}; W_1 = \frac{38654,72}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot (40/60)} = 19777 \text{ Н}$		

Таблица 10 – Основные параметры привода патрона

Параметр	Расчетная зависимость	Расчет
Передаточное отношение	$i_{c.кл.} = \frac{1}{\text{tg}(\alpha + \varphi) + \text{tg}\varphi_1}$	$i_{c.кл.} = \frac{1}{\text{tg}(15 + 6) + \text{tg}6} = 2,3$
Усилие привода	$Q = W_1 / i_c$	$Q = 19777 / 2,3 = 8598 \text{ Н.}$
Диаметр поршня, мм	$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}$	$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{8598}{0,4 \cdot 0,9}} = 61,82 \text{ мм}$
Значение диаметра поршня, мм	-	63 (для гидравлического привода)
Погрешность установки	$\varepsilon_y = \frac{\omega A_\Delta}{2} = 0,5 \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_5^2}$	$\varepsilon_y = 0,5 \sqrt{0,025^2 + 0,015^2 + 0,025^2 + 0,01^2 + 0,025^2} = 0,0234 \text{ мм}$

Чертеж патрона представлен в графической части, а в приложении «В» данной работы приложена спецификация на приспособление.

### 3.2 Проектирование инструмента

Спроектируем инструмент – резец, для обработки поверхностей на операции 010 Токарнофрезерная. Общий вид резца представлен на рисунке 5.

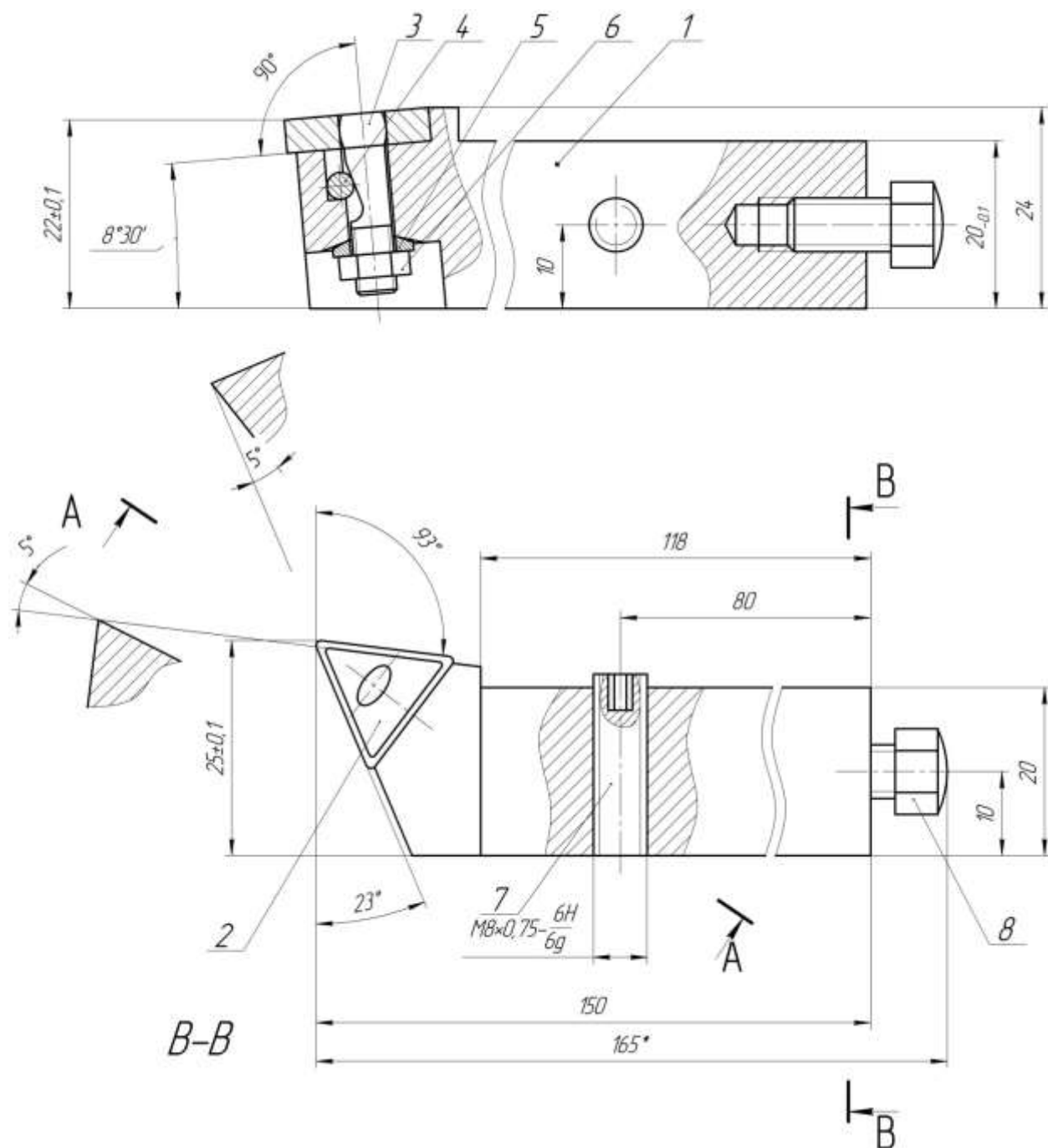


Рисунок 5 – Общий вид резца

По рекомендациям сервиса CoroPlusToolguide была подобрана режущая пластина QI-NE-0239-0002-GF 1125, а так же подобраны режимы резания:

- $t = 0,7$  мм – принятая глубина резания;
- $S = 0,06$  мм/об – принятая подача;
- $V = 228$  м/мин – принятая скорость резания.

В качестве материала для корпуса резца выбираем сталь 40Х с  $\sigma_b = 690$  МПа и допустимым напряжением на изгиб  $\sigma_{и} = 200$  МПа.

Постоянная и показатели степени для прорезания конструкционной стали резцом с режущей частью из твердого сплава составляют [11]:  $C_p = 408$ ,  $x = 0,72$ ,  $y = 0,8$ ,  $n = 0$ . Подставив данные коэффициенты, находим:

$$P_z = 10 \cdot 478 \cdot 0,7^{0,72} \cdot 0,06^{0,8} \cdot 228^0 \cdot 0,85 = 280 \text{ Н};$$

Требуемый диаметр резца определяем по формуле 13:

$$d = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot P_z \cdot l}{\sigma_{и}}}, \text{ где} \quad (13)$$

$l = 100$  мм = 0,1 м – требуемая длина вылета резца.

$$d = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot 280 \cdot 0,1}{200 \cdot 10^6}} = 0,01181 \text{ м} = 11,81 \text{ мм}$$

По конструктивным соображениям принимаем сечение резца  $d = 20$  мм.

Максимальная нагрузка, допускаемая прочностью резца круглого сечения, рассчитывается по формуле 14:

$$P_{z \max} = \frac{\pi d^3 \sigma_{и}}{32l} \approx \frac{d^3 \sigma_{и}}{10l}, \text{ где} \quad (14)$$

$d = 20$  мм = 0,02 м – принятый диаметр резца;

$l = 100$  мм = 0,1 м - принятая длина вылета резца;

$\sigma_{и} = 200$  МПа - допустимое напряжение резца на изгиб.

$$P_{z \max} = \frac{0,02^3 \cdot 200 \cdot 10^6}{10 \cdot 0,1} = 532,7 \text{ Н}.$$

Максимальная нагрузка, допускаемая жёсткостью резца круглого сечения, определяется с учётом допустимой стрелы прогиба резца по формуле 15:

$$P_{Z ж. max} = \frac{3fEJ}{l^3} = \frac{3fE(0,05 \cdot d^4)}{l^3} = \frac{0,15fEd^4}{l^3}, \text{ где} \quad (15)$$

$f = 0,05$  мм – допустимая стрела прогиба резца при окончательном точении;

$d = 0,02$  м – принятый диаметр резца;

$l = 0,1$  м – принятая длина вылета резца;

$E = 2 \cdot 10^{11}$  Па – модуль упругости материала резца.

$$P_{Z ж. max} = \frac{0,15 \cdot 0,05 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 0,02^4}{0,1^3} = 546,2 \text{ Н.}$$

Необходимо, чтобы выполнялись условия по формуле 16:

$$\begin{cases} P_Z \leq P_{Z max} \\ P_Z \leq P_{Z ж. max} \end{cases} \quad (16)$$

$$\begin{cases} 330 < 532,7 \text{ – условие выполняется;} \\ 330 < 546,2 \text{ – условие выполняется.} \end{cases}$$

Резец сборный состоит из пластины 1 (код QI-NE-0239-0002-GF 1125 производства Sandvik Corp), которая вставлена в крепление державки 2 и фиксируется при помощи винта 3. Зажим происходит вследствие прижима режущей пластины посредством верхней части державки. [20]

Сборочный чертеж резца представлен на листе графической части данной работы.



## **1. Безопасность и экологичность технического объекта**

Предупреждение профессиональных заболеваний и отравлений на производстве достигается разработкой технологических процессов, в которых вредные вещества заменяются безвредными, а также модернизацией технологического оборудования и его усовершенствованием, медико-профилактическими мероприятиями.

На каждом предприятии должен осуществляться систематический контроль состояния воздуха рабочей зоны. Генеральным планом определяется необходимая территория, размещение на ней строений и сооружений, их габаритные размеры, инженерные сооружения и благоустройство участка предприятия.

Планировка строений и сооружений на территории предприятий, наличие достаточных санитарных и противопожарных рвов и препятствий, обеспечение безопасной эвакуации людей, различные вспомогательные устройства (отопление, освещение, вентиляция и др.) регламентируются в соответствии с требованиями санитарных норм.

Загазованность и запылённость помещений, которые находятся на производственной территории, зависит от условий естественного проветривания. Поэтому не рекомендуется строить сооружения сложной конфигурации, особенно П и Ш-образной формы, а также сооружения с замкнутыми дворами.

Оборудование водоснабжения для хозяйственно – бытовых, производственных и противопожарных целей выбирают в соответствии с требованиями действующих санитарных норм.

Источники водоснабжения и качество воды регламентируются государственными стандартами и санитарными нормами в зависимости от целей, на которые используется вода.

Все производственные и вспомогательные помещения должны вентилироваться.

Вентиляция – это совокупность мероприятий и средств, которые обеспечивают расчетный воздухообмен в помещениях. Целью вентиляционных мероприятий является обеспечение чистоты воздуха и необходимых метеорологических условий в производственных помещениях.

В зависимости от того, с какой целью работает система вентиляции, - для поступления или удаления воздуха из помещения или для того и другого одновременно, она может быть приточной, вытяжной или приточной - вытяжной. По месту действия вентиляция бывает обще обменной и локальной.

К числу распространенных опасных факторов, имеющих место на производстве, относятся грузоподъемные механизмы и машины, сосуды давления, котлы, трубопроводы, механическое и транспортное оборудование, их подвижные и вращающиеся части, электрические установки, кабели и провода, которые могут быть причиной поражения электрическим током, ядовитые, удушающие и взрывоопасные газы, пожары, природные явления.

К вредным факторам, относятся факторы, действие которых на работника может привести к заболеванию. Опасные и вредные производственные факторы по природе действия подразделяются на физические (движущиеся машины и механизмы, вибрация и производственный шум, повышенная скорость воздуха, недостаточное освещение, наличие в воздухе пыли и вредных газов), химические (обще токсические, канцерогенные, раздражающие, влияя на репродуктивную функцию), биологические (микроорганизмами), психофизиологические (физические перегрузки, нервно-психические перегрузки).

Наличие некоторых опасностей, таких как, ураган, шторм, является следствием независящих от человека причин и явлений. Такие явления не всегда можно предотвратить и предсказать. Но в абсолютном большинстве опасности и вредность возникают в процессе производства по причинам организационного и технического характера. Они полностью зависят от работодателя, проектировщиков, производителей оборудования, инженерно-

технического персонала служб охраны труда и, наконец, самих работников.

Производственный травматизм классифицируется по следующим признакам: по степени связи с производством, по числу пострадавших, по степени тяжести травм по характеру воздействия на человека и характера повреждений.

По степени связи с производством несчастные случаи подразделяются на случаи, связанные с производством и случаи непромышленного характера.

По числу пострадавших различают одиночные и групповые несчастные случаи. К групповым относятся случаи, которые произошли одновременно с двумя и более работниками, независимо от степени тяжести несчастного случая с каждым из потерпевших.

По степени тяжести травм несчастные случаи могут быть со смертельным исходом и без него.

На предприятии должны быть разработаны планы предупреждения и ликвидации возможных аварий.

Защита окружающей среды в производственной деятельности - это комплекс мер, направленных на недопущение загрязнения окружающей среды вредными факторами производства.

В существующем законодательстве много внимания уделяется вопросам охраны окружающей среды. Ужесточение требований к производству и материалам, а также разработка новых производственных и утилизационных технологий позволят уменьшить антропогенную нагрузку на окружающую среду.

Технологический паспорт объекта представлен в виде таблицы 11 [7].

Таблица 11 - Паспорт объекта

Объект	Технологическая операция	Наименование должности работника	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы и вещества
Заготовительная	Штамповка	Штамповщик	Пресс	Сталь 20ХГНМ, смазки графитовые
Механическая обработка	Токарнофрезерная	Оператор станков с ЧПУ	Токарнофрезерный обрабатывающий центр DMG CTX gamma 2000 TC GILDEMEISTER	Сталь 20ХГНМ, СОЖ, ветошь

«В таблице 12 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 детали» [7].

Таблица 12 - Определение рисков

Технологическая операция	Опасный и вредный производственный фактор (ОВПФ)	Источник ОВПФ
Штамповка	«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.» [7]	Пресс

Продолжение таблицы 12

Технологическая операция	Опасный и вредный производственный фактор (ОВПФ)	Источник ОВПФ
Точение	<p>«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.» [7]</p>	<p>«Токарнофрезерный обрабатывающий центр DMG CTX gamma 2000 TC GILDEMEISTER зона резания, зажимные губки патрона, резцы, СОЖ, стружка                      Заготовка, инструмент                      Пульт управления станком, смазки                      Манипуляция заготовкой, контроль и управление» [7]</p>

Снижение рисков достигается мерами (таблица 13)» [7] .

Таблица 13 – 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» [7]	«Защитный кожух на станке, ограждения Инструктажи по охране труда» [7]	«Костюм для защиты от загрязнений, перчатки с полимерным покрытием, ботинки кожаные, очки защитные» [7]
«Факторы химического воздействия: токсического, раздражающего (через органы дыхания)» [7]	Организация вентиляции Инструктажи по охране труда	-

Продолжение таблицы 13

ОВПФ	Технические средства, организационные методы	Средства защиты (СИЗ)
«ОВПФ, связанные с механическими колебаниями твердых тел» [7]	«Виброгасящие опоры снизить время контакта с поверхностью подверженной вибрации Инструктажи по охране труда» [7]	Резиновые виброгасящие покрытия
«ОВПФ, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания» [7]	«Организация вентиляции Инструктажи по охране труда» [7]	-
«ОВПФ, связанные с акустическими колебаниями твердых тел» [7]	«Использование звукопоглощающих Материалов Инструктажи по охране труда» [7]	Применение противозумных вкладышей
«ОВПФ, связанные с электрическим током ОВПФ, связанные с электромагнитными полями» [7]	«Заземление станка изоляция токоведущих частей применение предохранителей Инструктажи по охране труда Соблюдение периодичности и продолжительности регламентированных перерывов» [7]	Резиновые напольные покрытия, перчатки с полимерным покрытием
Статическая нагрузка Перенапряжение анализаторов	Организация освещения Инструктажи по охране труда	-

«В таблицах 14 – 17 рассматриваются источники пожарной опасности, а также средства, которые необходимо применить, и меры организационного характера, которые необходимо использовать, для обеспечения пожарной безопасности» [7].

Таблица 14 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие факторы при пожаре
Участок обработки вала	Токарнофрезерный обрабатывающий центр	Класс В, Е	«Пламя и искры; неисправность электропроводки; возгорание промасленной ветоши» [7]	«Части оборудования, изделий и иного имущества; Вынос напряжения на токопроводящие части станка; воздействие огнетушащих веществ» [7]

Таблица 15 – Выбор средств пожаротушения

Средства пожаротушения				Оборудование
первичные	мобильные	стационарные	автоматики	
«Ящик с песком, пожарный гидрант, огнетушители» [7]	Пожарные автомобили	Пенная система тушения	«Технические средства по оповещению и управлению эвакуацией» [7]	Напорные пожарные рукава

Таблица 16 – Средства защиты и пожаротушения

СИЗ	Инструмент	Сигнализация
«Веревки пожарные карабины пожарные противогазы, респираторы» [7]	Лопаты, багры, ломы и топоры ЩП-Б	Автоматические извещатели

Таблица 17 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Процесс, оборудование	Организационно-технические меры	Нормативные требования
Технология изготовления вала	«Применение смазочно-охлаждающих жидкостей с использованием негорючих веществ Хранение промасленной ветоши в негорючих ящиках ; Общее руководство и контроль за состоянием пожарной безопасности на предприятии.» [7]	«Наличие пожарной сигнализации, Наличие автоматической системы пожаротушения, первичные средств пожаротушения, проведение инструктажей» [7]

Результаты анализа в таблицах 18 и 19. Мероприятия направлены на защиту гидросферы, атмосферы и литосферы.

Таблица 18 – Определение экологически опасных факторов объекта

Производственный техпроцесс	Структурные элементы техпроцесса	Опасные и вредные выбросы в воздух	Сточные воды	Воздействие объекта на литосферу
Технологический процесс изготовления вала	Токарнофрезерный обрабатывающий центр DMG CTX gamma 2000 TC GILDEMEISTER	Стружка Токсические испарения Масляный туман	Взвешенные вещества и нефтепродукты отработанные жидкие среды	Отходы стружки Промасленная ветошь Растворы жидкостей

Таблица 19 – Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

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

«Рассматривается обработка на заготовительной и токарной операциях. Подробно рассмотрена операция, выполняемая на токарнофрезерном обрабатывающем центре DMG CTX gamma 2000 TC GILDEMEISTER, которая включает переходы точения. Задействован оператор станков с ЧПУ. Приспособление – патрон. Инструмент - резцы. Применяются материалы: сталь 20ХГНМ, СОЖ - эмульсия, ветошь (таблица 11)» [21].

«Идентификация профессиональных рисков выполнена для токарной операции, что позволило определить ОВПФ. Данные факторы представлены в таблице 12» [7].

«Для их устранения и снижения негативного воздействия применяются методы и средства, представленные в таблице 13» [7].

«Выполнена определение класса, опасных факторов пожара для



участка изготовления вала (таблица 14). Проводится выбор средств пожаротушения (таблица 15, 16), мер по обеспечению пожарной безопасности процесса изготовления вала (таблица 17)» [7] .

«Определены негативные факторы воздействия процесса изготовления вала на окружающую среду (таблица 18). 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 19)» [7].

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

Большую роль в повышении производительности труда играет правильная организация рабочего места. Рабочее место – это часть производственной площади, оснащенная всеми необходимыми орудиями и средствами труда, в том числе вспомогательными устройствами и приспособлениями, предназначенными для выполнения определенной работы.

## 5 Экономическая эффективность работы

Целью раздела является экономическое обоснование целесообразности внедрения разработанного технологического процесса изготовления детали «Вторичный вал». Способ получения заготовки, ее масса, материал детали, последовательность технологических операций, применяемое оборудование, оснастка и инструмент, а также трудоемкость выполнения операций подробно описаны в предыдущих разделах бакалаврской работы.

Для решения поставленной цели используются учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела выпускной квалификационной работы [10]. На основе этого пособия составлен алгоритм последовательности выполнения необходимых расчетов, для определения экономической эффективности. Визуализация этого алгоритма представлена на рисунке 6.



Рисунок 6 – Алгоритм последовательности экономических расчетов

Расчет элементов технологической себестоимости состоит из определения ряда экономических показателей, которые представлены на рисунке 7.

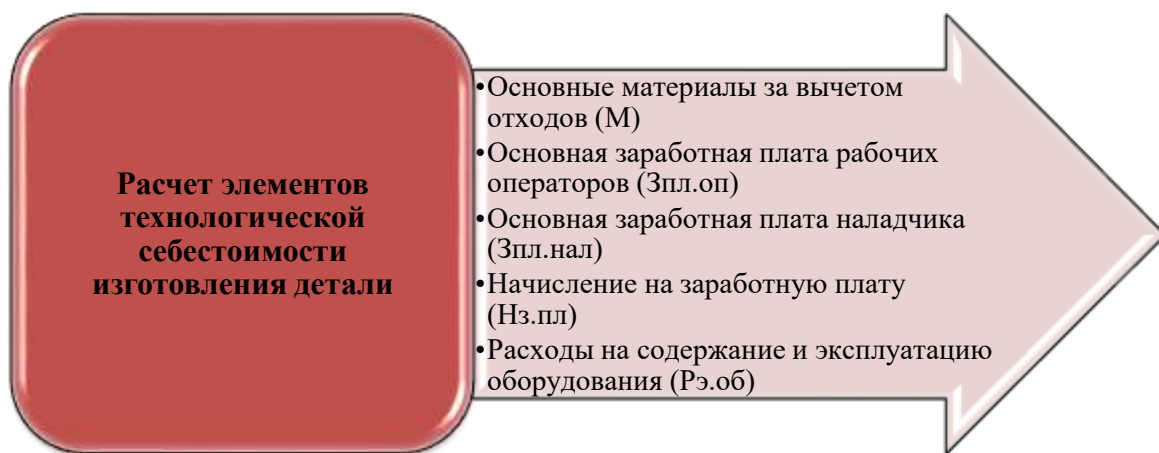


Рисунок 7 – Экономические показатели, входящие в технологическую себестоимость

Результаты расчетов экономических показателей представлены на рисунке 8.



Рисунок 8 – Расчет элементов технологической себестоимости изготовления детали «Вторичный вал»

Анализируя рисунок 8, можно сказать, что максимальное влияние на величину технологической себестоимости оказал такой показатель как основные материалы за вычетом отходов, его доля составила 80,9%.

Пункт «калькуляция себестоимости изготовления детали» так же состоит из определения ряда экономических показателей, которые представлены на рисунке 9.

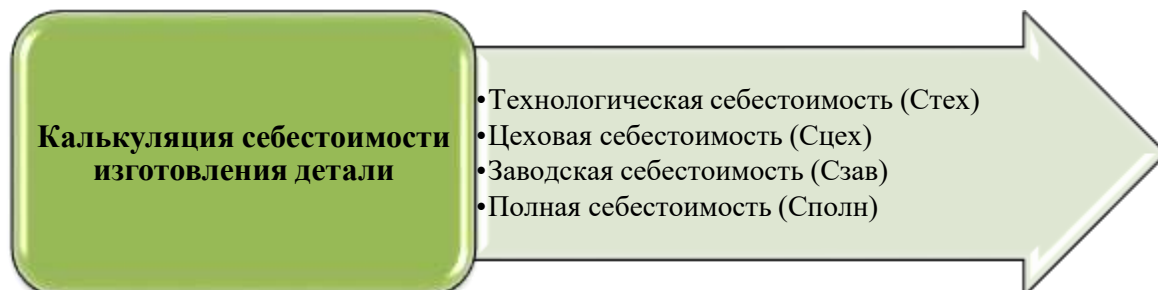


Рисунок 9 – Экономические показатели, входящие в технологическую себестоимость

В результате проведенных расчетов по пункту 2, был определен размер полной себестоимости, которая составила 648,94 рублей.

Как и все предыдущие пункты алгоритма последовательности экономических расчетов, пункт «Расчет капитальных вложений в технологический процесс», также имеет обязательное определение ряда показателей, которые представлены на рисунке 10.

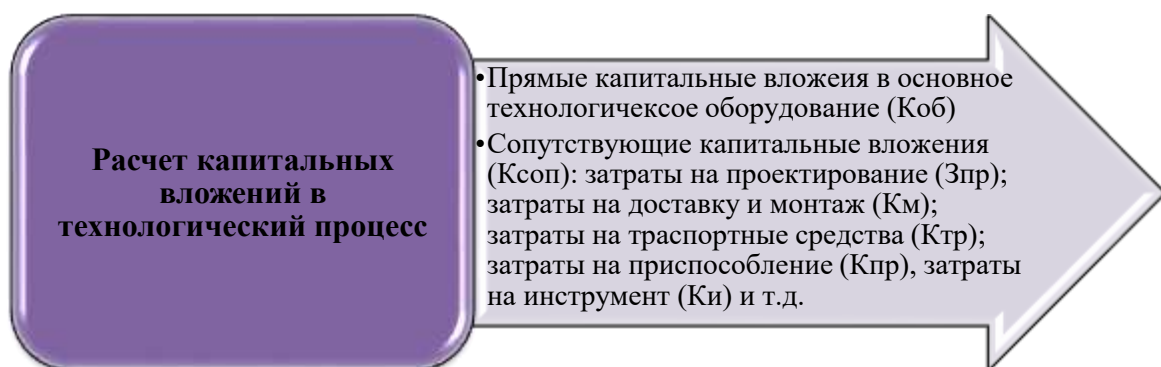


Рисунок 10 – Экономические показатели, из которых состоят капитальные вложения

Результаты расчетов экономических показателей представлены на рисунке 11.

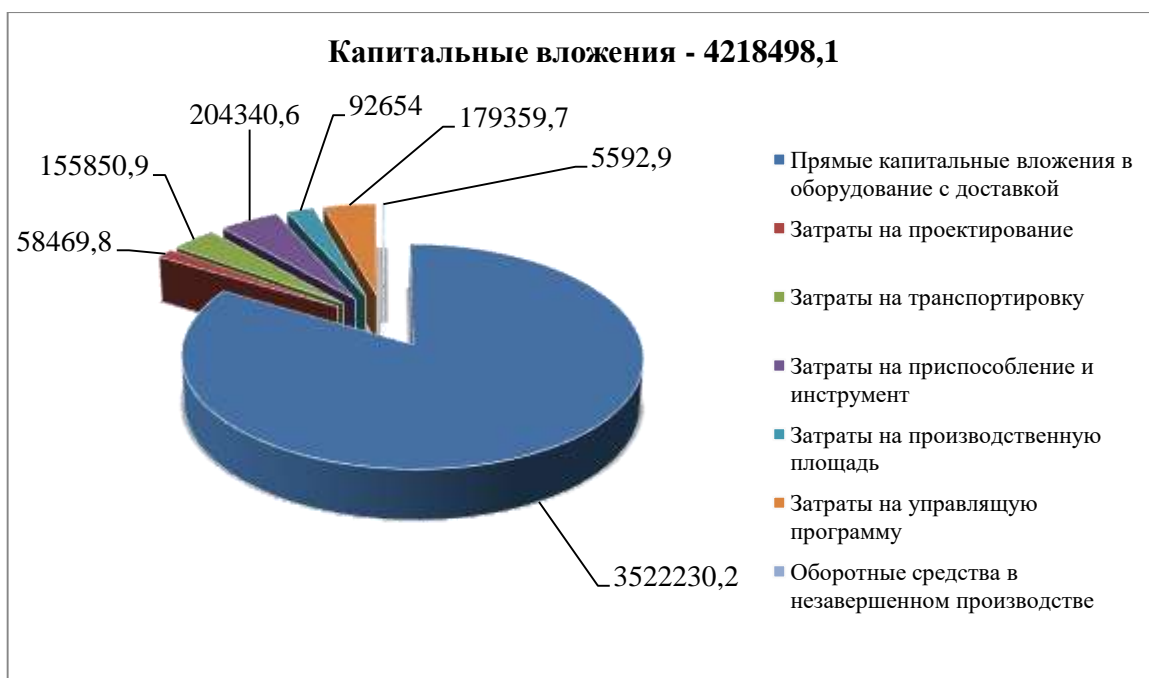


Рисунок 11 – Расчет капитальных вложений в технологический процесс изготовления детали «Вторичный вал»

Анализируя рисунок 11, можно сказать, что максимальное влияние на величину капитальных вложений оказал такой показатель как прямые капитальные вложения в основное технологическое оборудование с учетом доставки, их доля составила 73,89%.

Последний пункт алгоритма тоже имеет ряд обязательных расчетов соответствующих экономических показателей, которые представлены на рисунке 12.

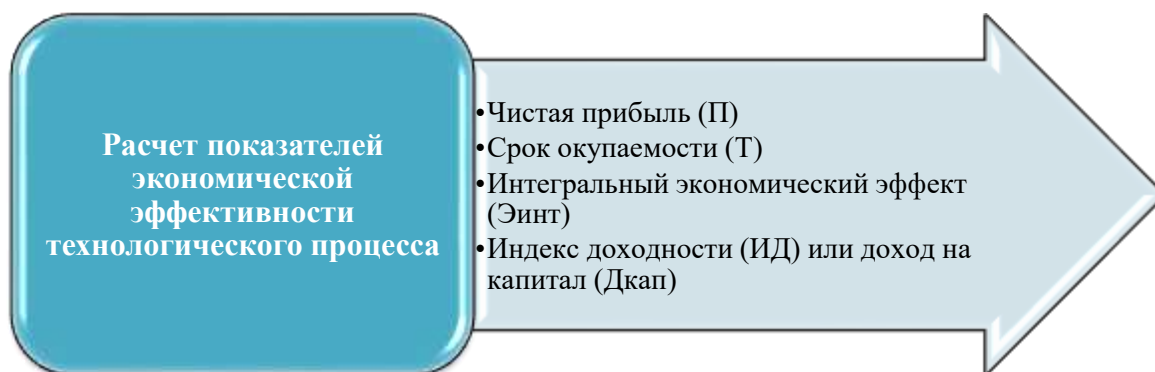


Рисунок 12 – Показатели, необходимые для расчета экономической эффективности

Значения, описанных на рисунке 12 показателей, применительно к анализируемому технологическому процессу представлены на рисунке 13.



Рисунок 13 – Показатели экономической эффективности технологического процесса изготовления детали «Вторичный вал»

Анализируя представленные на рисунке 13 показатели, можно сделать вывод о том, предложенный технологический процесс изготовления детали «Вторичный вал» является эффективным, т.к. интегральный экономический эффект является положительной величиной и составляет 503275,64 рублей. Инвестиции, вложенные в технологический процесс, окупятся в течение 4 лет, обеспечив прибыль на каждый вложенный рубль в размере 1,12 рублей.

## 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.

Был рассчитан и выбран наиболее рациональный метод получения заготовки с представленным чертежом в графической части. Был разработан маршрут обработки детали, структура и содержание технологических операций, выбрана схема базирования заготовки, определены металлорежущие станки, металлорежущий инструмент для обработки, станочные приспособления, измерительные устройства и измерительный инструмент. Также были определены припуски на механическую обработку детали и рассчитаны режимы резания, выполнено нормирование технологического процесса.

Была разработана конструкция устройства для установки и закрепления детали с представленным чертежом в графической части.

В результате выполнения выпускной квалификационной работы были получены практические знания и навыки, которые нужны не только при выполнении квалификационной работы, но и при работе на производстве.

Самое главное в проделанной работе это то, что удалось достичь положительного экономического эффекта и срока окупаемости ниже базового при заданной годовой программе выпуска деталей. Именно это было необходимо для достижения главной цели выпускной квалификационной работы.

Таким образом, цель бакалаврской работы, ранее сформулированная в разделе «Введение» - разработка технологического процесса изготовления вала вторичного 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 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.

13 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.

14 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.

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 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).

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.

Приложение А

Маршрутная карта

Таблица А.1 – Маршрутная карта

ГОСТ 3.118-82 Форма 1																				
Дробь																				
Возм																				
Пода																				
Резец	Былбык																			
Лезв	Вулкан																			
Н контр	Ворон																			
<b>Вал вторичный</b>																				
М 01	Сталь 19ХГН ТУ 14-1-2252-90																			
М 02	Код	ЕВ	МШ	ЕН	Н <sub>тех</sub>	ЮМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ										
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции		095002 ХХХХ	Ø36×300 мм	1	21										
Б					Код наименования оборудования				Обязательные документы											
А 03				010	4268 Токарнорезервная			ИОТ №37.1017013-93	СМ	Граф	Р	УТ	НР	КОМ	ЕН	ОП	К <sub>ин</sub>	T <sub>ис</sub>	T <sub>ин</sub>	
Б 04	3816ХХ				Токарнорезервный обрабатывающий центр с ЧПУ с ЧПУ датом 2000 TC BLUMENSTER			18632	312	1	1	1	1	1	1	1	60	1	14	0,12
0 05	79				Фрезеровать два торца, выдерж. разм. 292,5 ± 0,6															
06					Центрировать два торца, выдерж. разм. Ø 6 <sub>-0,02</sub> ; 7,2 <sub>-0,06</sub> ; 6,8 <sub>-0,03</sub> ; Ø16 <sub>-0,01</sub> ; ∠60°															
07					Контроль искрожителем															
1 08	391801ХХХХ				Фреза торцовая ГОСТ 22087-76, Т5К10, 391210.ХХХХ- сверла центродочное ГОСТ 14 952-75, Р6М5															
09	393311ХХХХ-ШЦ-//				-350-0,05															
10	381101				Токарный гидроточильный станок 1716Ц															
А 11	66				Трчить поверхность, выдерж. разм. Ø33,87 <sub>-0,05</sub> ; 155 <sub>-0,08</sub>															
Б 12	66				Трчить поверхность, выдерж. разм. Ø32 <sub>-0,05</sub> ; 93 <sub>-0,05</sub>															
0 13	66				Трчить поверхность, выдерж. разм. Ø28,57 <sub>-0,02</sub> ; 46 <sub>-0,05</sub>															
14	66				Трчить поверхность, выдерж. разм. Ø25,68 <sub>-0,02</sub> ; 16 <sub>-0,08</sub>															
5	392104.ХХХ				резец токарный сборный контурный ГОСТ 26478-85, Т15К6															
6	393311ХХХХ				штангенциркуль ШЦ-И-350-0,05															
МЖ																				

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3118-82 Форма 1

Дубль	Взам	Лист	№ докум	Лист	№ докум	Лист	№ докум	Лист	№ докум	Лист	№ докум	Лист	№ докум	Лист	№ докум	Лист	№ докум
Горло	Былков																
Проб	Варков																
Н катер	Варков																
<b>Вал вторичный</b>																	
М 01	Сталь 19ХГН ТУ 14-1-2252-90																
М 02	Код	ЕВ	МШ	ЕН	Н <sub>макс</sub>	МММ	Код заготовки	Профиль и размеры	КП	МЗ							
	11	166	125	1	126	0,6	095002XXXX	Ø36×300	1	21							
А	Цеп	Уч	РН	Опер	Код наименования операции												
Б	Код наименования оборудования																
03	63	Точиль	поверхн.	выдерж.	разм.	Ø18,1 <sub>-0,21</sub>	5,4 <sub>-0,12</sub>										
04	63	Точиль	поверхн.	выдерж.	разм.	Ø20 <sub>-0,21</sub>	18 <sub>-0,21</sub>										
05	63	Точиль	поверхн.	выдерж.	разм.	Ø24,9 <sub>-0,21</sub>	62,6 <sub>-0,3</sub>										
06	63	Точиль	поверхн.	выдерж.	разм.	Ø25 <sub>-0,21</sub>	89,2 <sub>-0,35</sub>										
Т 07	63	Точиль	поверхн.	выдерж.	разм.	Ø25,2 <sub>-0,21</sub>	120,3 <sub>-0,4</sub>										
08	Контроль установителем																
09	392Ю4.ХХХ-резец	токарный сдвorny контурный ГОСТ 26478-85, Т15К6															
А 10	393311ХХХ-	штангенциркуль ШЦ-II-350-0,05															
Б 11	66	Точиль	поверхн.	выдерж.	разм.	Ø33,87 <sub>-0,25</sub>	155 <sub>-0,4</sub>										
0 12	66	Точиль	поверхн.	выдерж.	разм.	Ø32 <sub>-0,25</sub>	93 <sub>-0,35</sub>										
0 13	66	Точиль	поверхн.	выдерж.	разм.	Ø28,57 <sub>-0,21</sub>	46 <sub>-0,35</sub>										
4	66	Точиль	поверхн.	выдерж.	разм.	Ø25,68 <sub>-0,21</sub>	16 <sub>-0,18</sub>										
15																	
16																	
МЖ																	



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.118-82 Форма 1

Деталь Возм. Пози.	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист 5	Лист 6
Разработ. Проф.	Балабанов Вороной																
Н. контро.	Вороной																
<b>Вал втулочный</b>																	
М 01	Сталь 19ХГН ТУ 14-1-2252-90																
М 02	Код	ЭВ	МШ	ЕН	Н <sub>тех</sub>	КММ	Код эскиза	Профиль и размеры		КД	МВ						
	11	166	125	1	1,26	0,6	095002XXXX	Ø36×300		1	21						
А	Дев	Чк	РН	Дпер	Код наименования операции			Обозначение документа									
Б					Код наименования оборудования			СН	Проф	Р	УТ	КР	КМШ	ЕН	ДП	К <sub>ин</sub>	Т <sub>ин</sub>
А 03				027	4110	Токарная		ИОТ №37.101.7034-93									
6 04	381101XX	Токарно-внутренний станок 16К20		2	18632	412	1	1	1	1	60	1	14	0,81			
0 05	60	Нарезать резьбу, выдерж. разм. М20×1,5															
06	Контроль исполнителем																
07	392101XX	резец токарный резьбовой с пластиной из твердого сплава Т5К10, ГОСТ 18885-73															
1 08	393120XXXX	калндр-кольцо для метрической резьбы															
09																	
10			030	4260	Шпоночно-фрезерная		ИОТ №37.101.7026-89										
А 11	3816XX	фрезерный станок 6Р80		18873	412	1	1	1	1	60	1	14	1,97				
Б 12	78	Фрезеровать паз, выдерж. разм. 5.2 <sup>+0,5</sup> , 315 <sup>+0,62</sup> , 4±0,3															
0 13	Контроль исполнителем																
14	391802XXXX	фреза дисковая трехсторонняя ГОСТ 3755-78, Р6М5															
1 15	393311XXXX	ШЦ-I-150-0,01															
16																	
МК																	

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 1118-82 Форма 1														
Дата	Взам	Лист	№ док.	Лист	№ док.	Дата	Лист	№ док.	Дата	Лист	№ док.	Дата	Лист	№ док.
Разработ	Балабанов	ТУ												
Проб	Ворожоб													
Н. номер	Ворожоб	Вал вторичный												
М 01	Сталь 19ХГН ТУ 14-1-2252-90													
М 02	Код	ЕВ	МШ	ЕН	Н <sub>вкл</sub>	ИММ	Код заготовки	Профиль и размер	КД	МЗ				
	11	166	125	1	126	0,6	095002XXXX	Ø36x300	1	2,1				
А	Цех	Ш	РМ	Бер	Код наименования операции									
Б	Код наименования оборудования													
А 03	50 Сверлить отв. выдерж. разм. Ø5,7±0,1 1,7-0,1													
Б 04	040 4131 Круглошлифовальная													
0 05	381311 XXX Шлифовальный станок FANUC LT													
06	87 Шлифовать поверхность выдерж. разм. 14,5. Ø32-0,033													
Т 07	87 Шлифовать поверхность выдерж. разм. Ø25-0,033													
08	Контроль исполнителем													
А 09	398110 XXX шлифовальный круг 24А 32 СМ1 К5 ПВ 250x100x50 ГОСТ 2424-83													
Б 10	393311 XXXX-ШЦ-II-350-0,05													
0 11														
12	050 4131 Круглошлифовальная													
А 13	381311 XXX Шлифовальный станок FANUC LT													
Б 14	87 Шлифовать поверхность выдерж. разм. 14,5. Ø32-0,033													
0 15	87 Шлифовать поверхность выдерж. разм. Ø25-0,033													
16														
МК														

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.119-82 Форма 1																		
Дробь	Вал	Лист	Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	
<b>Вал вторичный</b>																		
ТУ																		
Резерв	Балки	Борозды																
Проф																		
И номер																		
М 01	Сталь 19ХГН ТУ 14-1-2252-90																	
М 02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н <sub>макс</sub>	КММ	Код заготовки	Профиль и размеры		КД	МЗ							
А	Цел	Уч	РМ	Двер	Код наименования операции		ДН	Проф.	Р	УТ	НР	КЭМД	ЕН	ДП	К <sub>исп</sub>	Т <sub>исп</sub>		
Б	Код наименования обработки																	
А 03				060	4131	Круглошлифовальная		ИОТ №37.10174.19-85										
Б 04	381311.XXX	Круглошлифовальный станок 3М153А		2	18873	412	1	1	1	60	1	14	3,4					
0 05	87	Шлифовать подернн, выдерж. разм. 156 <sub>-0,003</sub> .																
0 06	87	Шлифовать подернн, выдерж. разм. Ø24,9 <sub>-0,033</sub>																
Т 07	87	Шлифовать подернн, выдерж. разм. Ø25 <sub>-0,033</sub>																
0 08	87	Шлифовать подернн, выдерж. разм. Ø25,2 <sub>-0,033</sub>																
А 09	Контроль исполнителем																	
Б 10	39810.XXX	шлифовальный круг 24А 32 СМ1 К5 ПВ 250×100×50 ГОСТ 2424-83																
0 11	393311.XXX-ШЦ-II-350-0,05																	
12																		
А 13			070	415Х	Шлиценактная		ИОТ №37.1017052-91											
Б 14	3815XX.XXX	Шлиценактная станок		2	12287	412	1	1	1	60	1	30						
0 15	18	Накатать шлицы выдерж. разм. Ø23,28 <sub>-0,052</sub>																
16																		
МК																		



Приложение Б

Операционные карты

Таблица Б.1 – Операционные карты

1001-10.04-86 Форма 3

Деталь	Возм.	Полн.	Разработчик	Проверенный	Исполнитель	Воп.										Днев.	Уч.	РМ	Опер. ДЛС
						Материал	Изготовление	EB	MO	Профиль и размеры		КОМД							
			77У																
Начальные операции						Сталь 19ХНТ 7У 4-1-2252-90	АВС 59.63	166	1,25			2036×300		МЗ		2,1		1	
Обработка устройства ЧПУ						Обязательные параметры	То	Тв	Тгв	Тшт	СОЖ		Уменьш - 1						
3М534						-	0,22	0,63	4	3,4									
P						PM	DM	DM	DM	DM	DM	DM	DM	DM	DM	DM	DM	DM	
01	1. Начеболить и закруглить заготовку																		
02	39610XXX - патрон трехшпиндельный самоцентрирующий																		
04																			
05	2. Шлифовать поверхность выдерж. разн. 1-3, 4																		
06	39610XXX - шлифовальный круг 24.4 32 DM1 K5 PB 250×100×50 ГОСТ 2424-67																		
07								0,4	1	192	400	30							
08																			
09	3. Контролировать размеры 1-3																		
10	3934 10XXX - микрометр гребной 25-50 мм																		
11																			
12																			
ОКП																			



Приложение В

Спецификация

Таблица В.1 – Спецификация

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание																																										
							Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание																																			
<i>Документация</i>																																																
A1			22.БР.ОТМП.245.70.000 СБ	Сборочный чертеж																																												
<i>Детали</i>																																																
A1	1		22.БР.ОТМП.245.70.001	Корпус патрона	1																																											
A3	2		22.БР.ОТМП.245.70.002	Втулка	1																																											
A3	3		22.БР.ОТМП.245.70.003	Корпус	1																																											
A3	4		22.БР.ОТМП.245.70.004	Клин	1																																											
A3	5		22.БР.ОТМП.245.70.005	Подкулачник	1																																											
A3	6		22.БР.ОТМП.245.70.006	Сухарь	6																																											
A3	7		22.БР.ОТМП.245.70.007	Кулачок	3																																											
A4	8		22.БР.ОТМП.245.70.008	Опора	1																																											
A3	9		22.БР.ОТМП.245.70.009	Стойка	3																																											
A4	10		22.БР.ОТМП.245.70.010	Крышка	1																																											
A2	14		22.БР.ОТМП.245.70.014	Корпус гидроцилиндра	1																																											
A4	19		22.БР.ОТМП.245.70.019	Шток	1																																											
A4	25		22.БР.ОТМП.245.70.025	Демпферы	2																																											
A3	29		22.БР.ОТМП.245.70.029	Крышка	1																																											
A4	30		22.БР.ОТМП.245.70.030	Винт специальный	1																																											
A3	33		22.БР.ОТМП.245.70.033	Втулка	1																																											
A3	34		22.БР.ОТМП.245.70.034	Фиксатор	1																																											
A3	37		22.БР.ОТМП.245.70.037	Поршень	1																																											
A3	38		22.БР.ОТМП.245.70.038	Крышка	1																																											
<b>22.БР.ОТМП.245.70.000 СБ</b>																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td>Байдинов</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Проб.</td> <td>Воронов</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Исконтр.</td> <td>Воронов</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td>Логинав</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>														Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			Разраб.	Байдинов						Проб.	Воронов						Исконтр.	Воронов						Утв.	Логинав					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата																																												
Разраб.	Байдинов																																															
Проб.	Воронов																																															
Исконтр.	Воронов																																															
Утв.	Логинав																																															
<b>Патрон</b>					<b>ТГУ ТМБ-1801а</b>																																											
<b>Сборочный чертеж</b>																																																

Копировал

Формат А4

