

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Приазовский государственный технический университет»
Институт среднего профессионального образования

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИСПО ФГБОУ ВО «ПГТУ»

И.Ф. Литвиненко

_____ 2023 г.



**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ДЛЯ НАПИСАНИЯ
ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 15.02.08 ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Мариуполь

2023

ОДОБРЕНА


Цикловой комиссией

Машиностроения и современных
технологий

Протокол № 1

от « 30 » 08 2023г.

Председатель ЦК

 /Е.И.Даценко/

Разработана на основе
государственного образовательного
стандарта по специальности
среднего профессионального
образования

15.02.08 Технология
машиностроения

(Приказ Минобрнауки России от
18.04.2014 №350)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора

по учебно-методической работе

 Т.С.Олейникова
« 30 » 08 2023 г.

Разработчик(и):

1. Забелина Н.В. преподаватель ИСПО ФГБОУ ВО «ПГТУ»

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Тематика выпускных квалификационных работ	3
Структура выпускной квалификационной работ	4
Графическая часть ВКР	5
Содержание ВКР	6
1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ	7
1.1 Назначение и техническая характеристика детали	7
1.2 Материал детали	7
1.3 Анализ технологичности конструкции детали	8
1.4 Определение технологического кода детали	9
1.5 Выбор и обоснование типа производства	10
2.ТЕХНОЛОГИЧЕСКА ЧАСТЬ	11
2.1.1 Обоснование вида и способа получения заготовки	11
2.1.2 Расчет массы заготовки и коэффициента использование материала	11
2.2 Проектирование технологического процесса	12
2.2.1 Составление технологического маршрута обработки	12
2.2.2 Назначение методов обработки поверхностей	13
2.2.3 Выбор технологического оборудование	13
2.2.4 Выбор режущего инструмента	14
2.2.5 Выбор методов контроля и измерительного инструмента, баз	14
2.3 Разработка технологических операций	14
2.3.1 Определение операционных припусков, допусков, размеров	14
2.3.2 Определение режимов резания	15
2.3.3 Определение норм времени	21
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	23
3.1 Описание измерительного инструмента	23
3.2 расчет и конструирование измерительного инструмента	23
4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	27
4.1 Расчет количества технологического оборудования и его загрузки	27
4.2. Расчет количества работающих по категориям и показателям	29
4.3 Расчет заработной платы работающих	30
4.4 Расчет себестоимости детали	32
4.5 Расчет экономической эффективности проекта	33
4.6 Техничко- экономические показатели участка	35
5 ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ	36
5.1 Техника безопасности при работе на металлорежущих станках.	36

ВВЕДЕНИЕ

Завершающим этапом подготовки обучающихся по специальности 15.02.08 Технология машиностроения является выполнение выпускной квалификационной работы (ВКР).

Основными задачами выполнения ВКР по специальности 15.02.08 “Технологии машиностроения” являются:

- самостоятельное определение проблемной ситуации;
- раскрытие содержания и направлений исследований, проводившихся по выбранной тематике;
- систематизация теоретических знаний по исследуемой проблеме за счет поиска новых источников, инновационных подходов и моделей, используемых в практике;
- использование современных прогностических исследований с целью большей обоснованности собственных суждений и предположений;
- анализ собранного теоретического и фактического материала;
- самостоятельная работа с нормативной, учебной, научной, периодической литературой, правильное использование и интерпретация заимствованных мыслей и идей, цитирование;
- предложение альтернативных моделей решения проблем, выдвижение гипотез;
- применение современных методик решения практических задач, поставленных в ВКР;
- описание хода и результатов проведенных исследований в виде расчетов, эскизов, графиков, таблиц, диаграмм; обоснование практической направленности проектных предложений, разработанных дипломником, направленных на повышение эффективности выбранной деятельности на конкретных примерах обоснование проекта с экономической точки зрения.

Дипломные проекты по “Технологии машиностроения” должны быть максимально приближены к реальным разработкам, имеющим практическую ценность.

ТЕМАТИКА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Дипломный проект состоит из двух основных частей:

- расчетно-пояснительной записки;
- графической части, включающей комплект технологических документов (по ЕСТД).

Обе части взаимно дополняют друг друга и обеспечивают решение следующих задач: рациональный выбор исходной заготовки; выбор оснастки (приспособлений и инструмента); разработка более прогрессивного технологического процесса с использованием современного оборудования; эффективная организация производства и труда на проектируемом участке; повышение культуры производства, способствующее росту производительности труда, и так далее. Дипломные проекты должны быть

реальными, т. е. содержать технологические и конструкторские разработки, имеющие практическую ценность.

СТРУКТУРА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Все части ВКР должны быть логически связаны между собой и направлены на решение конкретной проблемы. Основные вопросы, касающиеся дипломного проектирования, прорабатываются в процессе изучения специальных дисциплин, при выполнении лабораторных и практических работ.

Работая над каждым вопросом, обучающийся должен подходить к проблеме творчески, критически анализировать её и принимать самые оптимальные решения.

Изложенные методические рекомендации позволят студентам и руководителям дипломных проектов обеспечить единство требований и решений отдельных вопросов, а также подготовить студентов к выполнению дипломных проектов.

Введение ВКР, в котором приводится обоснование выбора темы, раскрывается ее актуальность, указывается цель проекта, его связь с задачами машиностроения, отражаются последние решения в области развития данной отрасли промышленности.

Необходимо отметить дальнейшие повышение технологического уровня машиностроения, механизации и автоматизации производственных процессов, а также повышения качества выпускаемой продукции и эффективности производства.

Важным пунктом введения является практическая новизна выбранной темы, где автор указывает, с решением каких конкретных задач связано его исследование.

Вводная часть по объему не должна превышать трех страниц текста. Практическая часть должна лежать в основе всей дипломной работы, анализ деятельности конкретных предприятий, организаций или учреждений должен служить основой для выводов и рекомендаций автора.

Общая часть, включает описание конструкции машины или узла (сборочной единицы), где приводятся основные сведения о конструкции машины или ее части, в которую входит обрабатываемая деталь, а также краткие сведения об обрабатываемой детали: назначение ее в узле, анализ ее технологичности, технические требования (вид материала и термообработки, допуски, шероховатость поверхности и т.д.).

Технологическая часть, содержит технологического процесса с анализом выбора заготовки на изготовление детали, оборудования, а также расчеты режимов обработки и норм времени.

Конструкторская часть, в которой приводятся расчеты по конструированию наиболее интересных измерительных инструментов.

Экономическая часть, предусматривает определение потребного количества оборудования и коэффициент его загрузки, количество

производственного персонала, расчет заработной платы, себестоимости единицы изделия.

Заключение, является завершающей частью всего ВКР. Здесь в сжатой форме излагаются способы достижения цели и методы решения, поставленных в ВКР задач, формулируются основные проектные предложения и рекомендации.

Объем заключения должен составлять 1–1,5 страницы.

Список используемых источников (перечень рекомендуемых учебных изданий, интернет - ресурсов, дополнительной литературы, справочников).

Приложения (задание на дипломное проектирование, комплект технологической документации, спецификации к чертежам, эскизы и чертежи с дополнительной информацией, фотографии, диаграммы, графики, т. п.).

При изложении материала особое внимание стоит обратить на взаимосвязь разделов и глав - все структурные элементы работы должны логически следовать друг за другом. В конце разделов и глав необходимо делать выводы, подтверждающие решение каждой из задач, поставленных во введении ВКР. Приложением к пояснительной записке является комплект (альбом) стандартных технологических документов, на которых, в соответствии с требованиями ГОСТов, входящих в ЕСТД, записывается проектируемый технологический процесс механической обработки детали (маршрутные карты (МК), операционные карты (ОК). Технологические документы заполняются в соответствии с ГОСТ.

Графическая часть ВКР

Графический материал типовой ВКР в объеме (4 листа А1) содержит:

1. Чертеж детали, для которой разрабатывается технологический процесс. Он должен содержать технические требования на материал, допуски, твердость, шероховатость поверхности, маркировку и т. п. Конструкция детали должна быть отработана на технологичность. Чертеж детали (формат А3, возможно А2).

2. Чертеж исходной заготовки с указанием материала, размеров и допусков на них, с принятыми литейными или штамповочными уклонами и прочими техническими требованиями. Чертеж заготовки (формат А3, возможно А4).

3. Чертеж специального измерительного инструмента или контрольного приспособления для одной операции межоперационного контроля (для калибров должна быть указана схема полей допусков). Чертеж специального измерительного инструмента (формат А3, возможно А4).

4. Чертежи операционных технологических наладок выполняются на одном или двух листах формата А3-А1.

5. На формате А1 представлены: график загрузки оборудования или технико-экономические показатели в виде диаграмм и графиков (затраты на производство, себестоимость детали, трудоемкость изготовления детали). Чертежи и их форматы согласовываются с руководителем дипломного проектирования при компоновке графической части проекта.

СОДЕРЖАНИЕ ВКР

Структура пояснительной записки ВКР:

ВВЕДЕНИЕ

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

- 1.1 Назначение и техническая характеристика детали
- 1.2 Анализ технологичности конструкции детали
- 1.3 Конструкторско-технологический код детали
- 1.4 Характеристика заданного типа производства

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

- 2.1 Выбор заготовки, определение общих припусков и расчет ее размеров
- 2.2 Разработка технологического процесса
- 2.3 Выбор оборудования, оснастки, режущего и измерительного инструментов

- 2.4 Расчет припусков, допусков и межоперационных размеров
- 2.5 Назначение и расчет режимов резания и норм времени
- 2.6 Оформление технологических карт

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

- 3.1 Описание измерительного инструмента
- 3.2 Расчет и конструирование измерительного инструмента

4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

- 4.1 Расчет количества технологического оборудования и его загрузки
- 4.2 Расчет численности работающих по категориям
- 4.3 Расчет заработной платы работающих
- 4.4 Расчет себестоимости детали
- 4.5 Расчет экономической эффективности проекта
- 4.6 Техничко-экономические показатели

5 ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

- 5.1 Техника безопасности при работе на металлорежущих станках
- 5.2 Требования пожарной безопасности

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

ПРИЛОЖЕНИЯ

Графический материал:

Лист 1 Чертеж детали (формат А3 или А2)

Лист 2 Чертеж заготовки (формат А3 или А2)

Лист 3 Чертеж измерительного инструмента (формат А3 или А2)

Лист 4, 5 Чертежи технологических наладок (формат А1)

Лист 6 Рабочее место станочника, график загрузки оборудования и технико-экономические показатели (формат А1)

1. Общая часть

1.1 Назначение и техническая характеристика детали

Этот раздел ПЗ начинают с описания конструкции заданной детали, ее служебного назначения. Приводят техническую характеристику детали, анализируют чертеж детали.

В случае отсутствия технических требований на чертеже детали, они разрабатываются студентом, исходя из служебного назначения детали и условий их изготовления.

Служебное назначение детали должно включать функциональное назначение и перечень условий, в которых она должна работать в узле или механизме. Если назначение детали неизвестно, то следует описать назначение ее как типовой детали и назначение поверхностей.

Из описания назначения и конструкции детали должно быть ясно, какие поверхности и размеры имеют основное значение для служебного назначения, и какие - второстепенное.

В технической характеристике детали должны быть указаны все технические требования, предъявляемые к детали, и указанные на чертеже. Это требования к точности, качеству обрабатываемых поверхностей и другие технические указания на изготовление детали.

1.2 Материал детали

При описании материала, из которого изготовлена деталь, обучающийся должен показать его свойства, обрабатываемость в холодном и горячем состоянии.

Необходимо указывать назначение и область применения материала в деталях машиностроения, например: «Сталь 20Х ГОСТ 4543-71 легированная конструкционная применяется для деталей средних размеров с твердой износостойчивой поверхностью при достаточно прочной и вязкой сердцевине, работающей при больших скоростях и средних давлениях.

Из стали 20Х рекомендуется изготавливать зубчатые колеса, кулачковые муфты, втулки, плунжеры, шлицевые валы, работающие в подшипниках скольжения и т.д.».

Таблица 1.1 – химический состав стали ГОСТ

Si	C	Cr	S	P	Mn

Таблица 1.2 физико – механические свойства стали ГОСТ.....

бт, МПа	бв, МПа	δ, %	ψ, %	НВ	КС U, кДж/м ²

Таблица 1.3 – Технологические свойства *стали ГОСТ*

Обрабатываемость резанием	Пластичность при обработке давлением	Флокеночувствительность	Свариваемость	Другое

1.3 Анализ технологичности конструкции детали

Технологичность конструкции - это совокупность свойств конструкции изделия, которые проявляются в возможности оптимальных (выгодных технико-экономических) затрат труда, средств, материалов и времени при технологической подготовке производства, изготовлении, эксплуатации и ремонте изделия.

Характеристики технологичности детали.

$$\frac{L}{d_{cp}} \leq 10 \dots 12 \quad (1)$$

где L – габаритная длина детали, мм;
 d_{cp} – средний диаметр детали, мм.

Средний диаметр детали

$$d_{cp} = \frac{d_1 l_1 + d_2 l_2 + d_3 l_3 + \dots + d_n l_n}{L} \quad (2)$$

где d_1, d_2, d_n – диаметр ступени детали, мм;
 L – габаритная длина детали, мм;

Количественная оценка технологичности конструкции детали осуществляется по следующим коэффициентам:
 по коэффициенту точности:

$$K_T = 1 - 1/T_{cp} \geq 0,8 \quad (3)$$

где T_{cp} – средняя точность

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i}{n}, \quad (4)$$

где T_i – качество точности

n – количество поверхностей данного квалитет по коэффициенту шероховатости :

$$K_{ш} = 1 / R_{cp}, \leq 0,32 \quad (5)$$

где R_{cp} – средняя шероховатость

$$R_{cp} = \frac{\sum R_i}{n}, \quad (6)$$

где R_i – шероховатость на ступени i
 n – количество степеней

Таким образом, средняя шероховатость поверхностей и квалитет детали отвечают требованиям технологичности.

Анализ технологических требований к детали сводим в таблицу 1.4.

Таблица 1.4 Анализ технических требований

Содержание технического требования	Метод и средства выполнение требования	Методом и средством проверки требования
НВ 220...260	требования выполняется на термической операции в печи	контроль ИТК с помощью прибора Бринеля

1.4 Определение технологического кода детали

Конструкторско-технологическая классификация широко используется при технологической подготовке производства и управлении им для анализа и группирования номенклатуры деталей по конструктивно-технологическим признакам, разработки типовых, групповых технологических процессов и операций с применением компьютерной техники. Процесс кодирования заключается в присвоении детали кода классификационных группировок конструктивных признаков по классификатору ЕСКД (шесть знаков) и технологических признаков по технологическому классификатору.

Структура кода деталей, обрабатываемых резанием:

1,2 — класс; 3 — подкласс; 4 — группа; 5 — подгруппа; 6 — вид;
 7, 8, 9 — размерная характеристика;

Конструкторские признаки	Технологические признаки
XX X X X X	X X X X X X X X X X X X X X
1 2 3 4 5 6	7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

- 10, 11 — группа материалов;
- 12 — вид детали по технологическому методу изготовления;
- 13, 14 — вид исходной заготовки;
- 15, 16 — качество точности наружных и внутренних поверхностей;
- 17 — шероховатость или отклонения формы и расположения поверхностей (по важности признака);
- 18 — степень точности;
- 19 — вид дополнительной обработки;
- 20 — характеристика массы.

1.5 Выбор и обоснование типа производства

Серийное производство тип организации промышленного производства, характеризующийся одновременным изготовлением на предприятии широкой номенклатуры однородной продукции, выпуск которой повторяется в течение длительного времени, и широкой специализацией рабочих мест.

Применяется универсальное и специальное оборудование, размещаемое как технологическими группами, так и по предметному принципу. Квалификация рабочих в целом может быть средней, за исключением тех высококвалифицированных специалистов, которые будут работать на машинах с ЧПУ и на гибких автоматизированных линиях.

Таблица 1.5 Анализ типа производства

Тип производства	Количество обрабатываемых деталей в год, шт.		
	Тяжелые, массой более 100 кг	Средние массой 10-100кг	Легкие, до 10 кг
Единичное	до 5	до 10	до 100
Мелкосерийное	5-100	10-200	100-500
Серийное	100-300	200-500	500-5000
Многосерийное	300-1000	500-5000	5000-50000
Массовое	Более 1000	Более 5000	Более 50000

Организационную форму выполнения работ устанавливают в зависимости от принципа расположения рабочих мест и характера движения заготовок.

Определяем оптимальную партию деталей по формуле:

$$n = \frac{N}{F} + a \quad (7)$$

где $N=300$ - годовая программа выпуска деталей, шт;

$F=253$ - число рабочих дней в году, $F=251...254$.

a - страховой запас деталей, шт/день;

2.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1.1 Обоснование вида и способа получения заготовки

Вид заготовки и способ ее получения зависит от конструкции детали, материала и серийности выпуска.

Заготовки деталей машин могут изготавливаться литьем, прокатом, штамповкой, сваркой, а также комбинированными способами.

Для получения заготовок при единичном и мелкосерийном производстве применяется свободная ковка, используется стандартный прокат, при серийном и массовом производстве – литьем, штамповкой и прокатом.

Оптимальной является заготовка, обеспечивающая наименьшую технологическую себестоимость изготовления деталей, но ее можно определить только после подробной разработки технологического процесса, поэтому варианты получения заготовок можно сравнивать по следующим параметрам:

- сложность получения заготовок того или иного типа;
- возможность получения заготовки;
- коэффициент использования материала.

Исходя из конфигурации, размеров, массы – _____ кг, материала – Сталь _____ ГОСТ _____, тип производства, необходимой точности и других факторов принимаем:

- вид заготовки – _____;
- способ получения – _____;
- метод получения – _____.

2.1.2 Расчет массы заготовки и коэффициента использования материала

Допуски, припуски и ковочные напуски устанавливаются в зависимости от конструктивных характеристик детали и определяются исходя из шероховатости обрабатываемой поверхности, размеров и массы.

Расчет заготовки ведем в соответствии с ГОСТа.

Для определения общих припусков используем ГОСТы.

Оформленный чертеж заготовки представлен в графической части проекта.

Таблица 2.1 – Расчет размеров заготовки

Размер готовой детали, мм	Параметры Ra, мкм	Общий припуск, мм	Допуск, мм	Размер заготовки с предел. отк., мм	
				расчётный	принятый
Диаметральные размеры					
Ø104h12	3,2	2·(2,3+0,3+0,3)	3,2 ^{+2,1} _{-1,1}	Ø109,8 ^{+2,1} _{-1,1}	Ø110 ^{+2,1} _{-1,1}
Линейные размеры					
70h12	6,3	2·(2+0,3+0,3)	2,8 ^{+1,8} _{-1,0}	75,2 ^{+1,8} _{-1,0}	75 ^{+1,8} _{-1,0}

Условно разделим заготовку на отдельные цилиндры и вычислим массу каждого из них. Массу заготовки определим как арифметическую сумму масс элементарных фигур по формуле:

$$M_z = \frac{j \cdot \pi}{4} \cdot \sum_1^i d_i^2 \cdot l_i \quad (8)$$

где j – плотность материала, $7,85 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$;

d_i – диаметр i -го цилиндра, м;

l_i – длина i -го цилиндра, м.

Коэффициент использования металла $K_{им}$

$$K_{им} = \frac{M_d}{M_z} \quad (9)$$

Вывод: относительно высокое значение коэффициента использования металла ($K_{им} > 0,6$) – свидетельствует о правильности выбора вида и способа получения заготовки с точки зрения полезного использования металла.

2.2 Проектирование технологического процесса

2.2.1 Составление технологического маршрута обработки

Технологический маршрут – последовательность прохождения заготовки, детали или сборочной единицы по подразделениям предприятия при выполнении ТП изготовления или ремонта. Технологический маршрут обработки заготовки устанавливает последовательность выполнения технологических операций.

Общая последовательность обработки заготовки намечается в следующем порядке:

- как правило, все поверхности детали обрабатываются в последовательности, обратной их точности.

Самая точная поверхность должна обрабатываться в последнюю очередь;

- в случае опасности появления дефектов в первую очередь производится обработка тех поверхностей, где дефекты недопустимы.

При необходимости может быть произведена окончательная обработка этих поверхностей для определения целесообразности дальнейшей обработки;

- в первую очередь следует обрабатывать поверхность, которая будет служить технологической базой для последующих операций;

- каждая последующая операция должна уменьшать погрешности и улучшать качество поверхности;

- легко повреждаемые поверхности должны обрабатываться в последнюю очередь;

- отверстия нужно сверлить в конце ТП, за исключением тех случаев, когда они служат базами для установки.

2.2.2 Назначение методов обработки поверхностей

При назначении способов обработки поверхностей нужно придерживаться таблиц экономической точности, приведенными в справочной литературе.

Выбор способов обработки нужно проводить с учетом габаритных размеров, характера и точности начальной заготовки, параметров материала и т.д.

Данные о способах обработки заносим в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Методы обработки поверхностей

Наименование и размер поверхности	Параметр, Ra, мкм	Квалитет	Метод обработки
Поверхность Ø104h12	3,2	12	точение окончательное
	12,5	12	точение предварительное
	50	T4	заготовка

2.2.3 Выбор технологического оборудование

Выбор модели станков, прежде всего, определяется их возможностью обеспечить точность размеров и формы, а также качество поверхности изготавливаемой детали.

Выбор оборудования производим по каталогам, номенклатурным справочникам и методической литературе.

Порядок выбора технологического оборудования ГОСТ 14.305–73. Выбранное приспособление должно обеспечивать качество и точность

обработки, снизить трудоемкость механической обработки, поэтому должно быть быстродействующим и обеспечивать безопасность условий труда. Для среднесерийного производства выбираем как универсальные, так и специальные быстродействующие приспособления.

2.2.4 Выбор режущего инструмента

Выбираем высокопроизводительные инструменты с высокой стойкостью, позволяющие наиболее полно использовать возможности станков. При этом широко используем стандартный инструмент.

2.2.5 Выбор методов контроля и измерительного инструмента, баз

На этапах технологического процесса производятся контрольные замеры размеров деталей, на рабочих местах, как в ходе выполнения операции, так и по их окончанию.

Служба ИТК выполняет выборочный операционный контроль и сплошной окончательный контроль готовой продукции.

Контроль размеров детали производится следующими инструментами:

- штангенциркуль;
- калибр пробки проходные и непроходные;
- калибр скобы;
- для контроля зубов – штангензубомер;
- эталоны шероховатости ГОСТ 378-93;

Технологической базой называют поверхность, определяющую положение детали в процессе ее изготовления.

Для повышения точности обработки следовательно и лучших эксплуатационных характеристик следует стремиться к выполнению принципа постоянства баз, заключенного в использовании одних и тех же базовых поверхностей при обработке детали и принципе совмещения конструкторских, измерительных и технологических баз.

2.3 Разработка технологических операций

2.3.1 Определение операционных припусков, допусков, размеров

Межоперационный припуск – это слой металла, остающийся для снятия на данной операции.

Припуск должен быть достаточным, чтобы при окончательной обработке детали не оставалось черноты или следов от предварительной обработки, но вместе с тем он должен быть мал, чтобы не увеличивалось время обработки и не удорожало операцию.

Таблица 2.4 – Расчет операционных припусков и операционных размеров

Наименование поверхности и методов обработки	Квалитет	Параметры шероховатости Ra, мкм	Припуск мм	Размер, мм	Предельные отклонения, мм
Поверхность Ø104h12					
точение окончательное	h12	3,2	2·1	104	-0,35
точение предварительное	h12	12,5	2·2	106	-0,35
заготовка	T4	50	6	110	0 ^{+2,1} -1,1

2.3.2 Определение режимов резка

При назначении элементов режима резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования. Элементы режима резания обычно устанавливают в порядке, указанном ниже.

Глубина резания t : при черновой (предварительной) обработке назначают по возможности максимальную t , равную всему припуску на обработку или большей части его; при чистовой (окончательной) обработке – в зависимости от требований точности размеров и шероховатости обработанной поверхности.

Подача S : при черновой обработке выбирают максимально возможную подачу, исходя из жесткости и прочности системы СПИД, мощности привода станка, прочности твердосплавной пластинки и других ограничивающих факторов; при чистовой обработке – в зависимости от требуемой степени точности и шероховатости обработанной поверхности.

Скорость резания V рассчитывают по эмпирическим формулам, установленным для каждого вида обработки, которые имеют общий вид:

$$V_{\partial A} = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v \quad (1)$$

Значения коэффициента C_v и показателей степени, содержащихся в этих формулах, так же как и периода стойкости T инструмента, применяемого для данного вида обработки, приведены в таблицах для каждого вида обработки.

Вычисленная с использованием табличных данных скорость резания $V_{тб}$ учитывает конкретные значения глубины резания t , подачи s и стойкости T и действительна при определенных табличных значениях ряда других факторов. Поэтому для получения действительного значения скорости резания V с учетом конкретных значений упомянутых факторов вводится поправочный коэффициент K_v .

Тогда действительная скорость резания $V = V_{тб} K_v$,

где K_v – произведение ряда коэффициентов. Важнейшими из них, общими для различных видов обработки, являются:

K_{mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

K_{nv} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{iv} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

Стойкость T – период работы инструмента до затупления, приводимый для различных видов обработки, соответствует условиям одноинструментной обработки. При многоинструментной обработке период стойкости T следует увеличивать. Он зависит, прежде всего, от числа одновременно работающих инструментов, отношения времени резания к времени рабочего хода, материала инструмента, вида оборудования. При многостаночном обслуживании период стойкости T также необходимо увеличивать с возрастанием числа обслуживаемых станков.

В обычных случаях расчет точного значения периода стойкости громоздкий. Поэтому ориентировочно можно считать, что период стойкости при многоинструментной обработке

$$T_{ми} = T \cdot K_{Ti} \quad (2)$$

Сила резания. Под силой резания обычно подразумевают ее главную составляющую P_z , определяющую расходуемую на резание мощность N_e и крутящий момент на шпинделе станка. Силовые зависимости рассчитывают по эмпирическим формулам, значения коэффициентов и показателей степени, в которых для различных видов обработки приведены в соответствующих таблицах.

Рассчитанные с использованием табличных данных силовые зависимости учитывают конкретные технологические параметры (глубину резания, подачу, ширину фрезерования и др.) и действительны при определенных значениях ряда других факторов.

Их значения, соответствующие фактическим условиям резания, получают умножением на коэффициент K_p – общий поправочный коэффициент, учитывающий изменение по сравнению с табличными условия резания, представляющий собой произведение из ряда коэффициентов.

Важнейшим из них является коэффициент K_{mr} , учитывающий качество обрабатываемого материала, значения которого для стали и чугуна приведены.

Расчет режима резания для точения (расточивания)

Глубина резания t : при черновом точении и отсутствии ограничений по мощности оборудования, жесткости системы СПИД принимается равно припуску на обработку; при чистовом точении припуск срезается за два прохода и более. На каждом последующем проходе следует назначать меньшую глубину резания, чем на предшествующем. При параметре шероховатости обработанной поверхности $R_a = 3,2$ мкм включительно $t = 0,5 \div 2,0$ мм; $R_a \geq 0,8$ мкм, $t = 0,1 \div 0,4$ мм.

Подача S : при черновом точении принимается максимально допустимой по мощности оборудования, жесткости системы СПИД, прочности режущей пластины и прочности державки..

Скорость резания V , м/мин: при наружном продольном и поперечном точении и растачивании рассчитывают по эмпирической формуле

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v,$$

а при отрезании, прорезании и фасонном точении – по формуле

$$V = \frac{C_v}{T^m S^y} K_v.$$

Среднее значение стойкости T при одноинструментной обработке – 30 – 60 мин. Значения коэффициента C_v , показателей степени x , y и m приведены в табл. 17.

Коэффициент K_v является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки K_{mv} , состояния поверхности K_{nv} , материала инструмента K_{iv} .

Сила резания. Силу резания N , принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка (тангенциальную P_z , радиальную P_y и осевую P_x). При наружном продольном и поперечном точении, растачивании, отрезании, прорезании пазов и фасонном точении эти составляющие рассчитывают по формуле

$$P_{z,x,y} = 10 C_p t^x S^y V^n K_p$$

При отрезании, прорезании и фасонном точении t – длина лезвия резца.

Постоянная C_p и показатели степени x , y , n для конкретных (расчетных) условий обработки для каждой из составляющих силы резания. Поправочный коэффициент K_p представляет собой произведение ряда коэффициентов ($K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{lp} K_{gp}$) учитывающих фактические условия резания.

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60}$$

Мощность резания, кВт, рассчитывают по формуле

При одновременной работе нескольких инструментов эффективную мощность определяют как суммарную мощность отдельных инструментов.

Алгоритм расчёта (точение)

Выбор и материал инструмента выбирают исходя из технологических параметров обрабатываемой поверхности, его точности

При точении фаски глубина резания равна величине фаски

Глубина резания при продольном точении, рассчитывается по следующей формуле:

$$t = \frac{D - d}{2} \quad (2.2),$$

где D – диаметр заготовки, мм

d – диаметр обрабатываемой поверхности детали, мм

Скорость резания V (м/мин)

$$V = \frac{C_v \times K_v}{T^m \times t^x \times S_n^y},$$

Где C_v, x_v, y_v, m_v , - постоянный коэффициент и показатель степеней, значения которых зависят от условий работы

T – стойкость инструмента, мин.

K_v – поправочный коэффициент на скорость резания. Представляет произведение коэффициентов, учитывающих влияние:

K_{mv} – материал заготовки

K_{nv} – состояния поверхности заготовки

K_{iv} – материал режущей части инструмента

$K_{\phi v}$ – главного угла в плане

K_{ov} – на вид обработки

$$K_v = K_{mv} \times K_{nv} \times K_{iv} \times K_{\phi v} \times K_{ov}$$

Частота вращения шпинделя n (об/мин)

Частоту вращения шпинделя можно рассчитать по следующей формуле:

$$n = \frac{1000 \times v}{\pi \times D}$$

Расчитанную частоту вращения шпинделя корректируют по паспорту станка

Действительная скорость резания V_d . (м/мин)

Действительную скорость резания определяют из формулы

$$V_d = \frac{\pi \times D \times n_n}{1000}$$

Проверка выбранного режима резания по мощности. Для надежной работы необходимо, чтобы выполнялось следующее условие:

$$N_{рез.} \leq N_s$$

Последовательность расчета режима резания при сверлении

Глубина резания. При сверлении глубина резания $t = 0,5 D$, при рассверливании, зенкерования и развертывании $t = 0,5(D - d)$.

Подача. При сверлении отверстий без ограничивающих факторов выбираем максимально допустимую по прочности сверла подачу. При рассверливании отверстий подача, рекомендованная для сверления, может быть увеличена до 2 раз. При наличии ограничивающих факторов подачи при сверлении и рассверливании равны. Их определяют умножением табличного значения подачи на соответствующий поправочный коэффициент, приведенный в примечании к таблице.

Скорость резания. Скорость резания, м/мин, при сверлении

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m s^y} K_v$$

а при рассверливании, зенкерования, развертывании

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s^y} K_v$$

Значения коэффициентов C_v и показателей степени приведены в для сверления в табл. 28, для рассверливания, зенкерования и развертывания.

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания,

$$K_v = K_{mv} K_{iv} K_{lv},$$

Где: K_{mv} – коэффициент на обрабатываемый материал

K_{iv} – коэффициент на инструментальный материал;

K_{lv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления.

При рассверливании и зенкерования литых или штампованных отверстий водится дополнительно поправочный коэффициент K_{nv} .

Крутящий момент, Н·м, и осевую силу, Н, рассчитывают по формулам:

При сверлении

$$M_{kp} = 10 C_m D^q s^y K_p; \quad P_o = 10 C_p D^q s^y K_p;$$

При рассверливании и зенкерования

$$M_{kp} = 10 C_m D^q t^x s^y K_p; \quad P_o = 10 C_p D^q t^x s^y K_p;$$

Для определения крутящего момента при развертывании каждый зуб инструмента можно рассматривать как расточной резец. Тогда при диаметре инструмента D крутящий момент, Н·м,

$$M_{kp} = \frac{C_p t^x s_z^y D z}{2 \cdot 100};$$

где: s_z – подача, мм на один зуб инструмента, равная s/z , где s – подача, мм/об, z – число зубьев развертки. Значения коэффициентов и показателей степени.

Мощность резания, кВт, определяют по формуле

$$N_e = \frac{M_{kp} n}{9750},$$

Где частота вращения инструмента или заготовки, об/мин,

$$n = \frac{1000V}{\pi D}$$

Алгоритм расчёта (сверление)

Элементы режима резания

Глубина резания t , мм

Подача S , мм/об

Уточненное значение подачи

$$S_o = S \times K_{ls}$$

Корректируем подачу по паспорту станка [1]

$$S_n \leq S_o$$

3.3 Скорость резания при сверлении, V , м/мин

$$V = \frac{C_v \times D_{cd}^q}{T^m \times S_n^y} \times K_v$$

а при рассверливании, зенкерования, развертывании

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S^y} K_v$$

где C_v - постоянный коэффициент

q, m, y -показатели степени (Приложение ДЗ, таблица 28-29)

T -стойкость сверла, мин

Частота вращения шпинделя, n об/мин

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D}$$

Корректируем частоту по паспорту станка

$$n_n \leq n$$

Действительная скорость резания V_o , м/мин

$$V_o = \frac{\pi \times D \times n_n}{1000}$$

Основное технологическое (машинное) время T_o (мин)

$$T_o = \frac{l + l_1 + l_2}{S_n \times n_n} \times i$$

Где l – длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 – величина врезания инструмента, мм ($l_1 = \frac{t}{\tan \varphi}$).

l_2 – величина перебега, инструмента, мм ($l_2 = 0 \div 3$).

Алгоритм расчётов (фрезерование)

Глубина резания t , мм

Скорость резания V , м/мин

$$V = \frac{C_v \times D_\phi^q}{T^m \times t^x \times B^u \times S_z^y \times Z^p} \times K_v$$

где C_v, q, m, u, x, u, p - постоянный коэффициент и показатели степени
 T -стойкость фрезы, мин

Частота вращения шпинделя n , об/мин

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D_\phi}$$

Корректируем частоту по паспорту станка

$$n_n \leq n$$

Действительная скорость резания V_δ , м/мин

$$V_\delta = \frac{\pi \times D_\phi \times n_n}{1000}$$

Минутная подача стола станка, $S_{мин.}$, мм/мин

$$S_{мин.} = S_z \times n_n \times Z$$

Корректируем подачу по паспорту станка.

$$S_{мн} \leq S_n$$

4 Проверка выбранного режима резания по мощности

Для надежной работы необходимо, чтобы выполнялось следующее условие:

$$N_{рез.} \leq N_s$$
$$N_{рез.} = \frac{P_z \times V_\delta}{1020 \times 60} \quad (2.29)$$

Тангенциальная составляющая сил резания

$$P_z = \frac{10 \times C_p \times t^x \times S_{z\phi}^y \times B^u \times Z}{D_\phi^q \times n_n^w} \times K_p$$

где C_p, q, u, y, x, w , - постоянный коэффициент и показатели степени

Основное технологическое (машинное) время T_o (мин)

$$T_o = \frac{l + l_1 + l_2}{S_{ii}} \times i$$

Где l – длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 – величина врезания инструмента, мм

l_2 – величина перебега, инструмента, мм

2.3.3 Определение норм времени

К вспомогательному времени относятся все временные затраты не перекрываемые временем работы оборудования по изменению формы заготовки на данной операции. В состав вспомогательного времени не входят временные затраты, перекрываемые временем работы оборудования, те выполняемые рабочим во время рабочего хода оборудования.

В состав вспомогательного времени всегда входит:

- время на установку и снятие детали;
- время, связанное с переходом;
- время на смену инструмента (при многопроходных операциях);
- время на смену числа оборотов шпинделя;
- время на смену размера подачи и её направления и т.д.

Основное машинное время для выполнения операции T_0 , мин.

Подготовительно-заключительное время на партию деталей при работе на зубофрезерных станках выбираем по нормативам.

- время на наладку станка, инструмента и приспособлений –;
- время на получение инструмента и приспособлений к началу и сдаёт их после окончания обработки партии деталей.;
- время на пробную обработку деталей.

Штучное время определяется по формуле:

$$T_{шт} = T_0 + T_{всп} + T_{об} + T_{от},$$

где T_0 – основное время, мин.;

$T_{всп}$ – вспомогательное время, мин.;

$T_{об}$ – время на обслуживание рабочего места, мин.;

$T_{от}$ – время перерывов на отдых и личные нужды, мин.

Вспомогательное время состоит из затрат времени на отдельные приемы:

$$T_{в} = T_{ус} + T_{изм},$$

где $T_{ус}$ – время на установку и снятие детали, мин.;

$T_{изм}$ – время для измерения детали, мин.

Время обслуживания рабочего места определяется в процентах от оперативного времени.

$$T_{об} = 3,5 \dots 4,0\% \cdot T_{оп}/100$$

Время перерывов на отдых и личные нужды также определяется в процентах от оперативного времени:

$$T_{от} = 4\% \cdot T_{оп}/100$$

В серийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени:

$$T_{шт.к} = T_{п.з.}/n \cdot T_{шт},$$

где n – количество деталей в партии, $n = 60$ шт.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Описание измерительного инструмента

В процессе работы возникает необходимость измерений и контроля обработанной поверхности. Измерительный инструмент настраивается на тот или иной размер, близкий к наибольшему предельному наружному размеру, но при этом не стоит забывать, что погрешность измерения должна быть меньше допуска на размер. Чем чище обработка, тем меньше погрешность измерения.

Калибрами называются бесшкальные измерительные инструменты, предназначенные для проверки размеров, формы и взаимного расположения поверхностей деталей. Калибры относятся к одномерным инструментам, так как измерительные части калибров в процессе измерения не меняются.

3.2 Расчет и конструирование измерительного инструмента

Определяем номинальные размеры калибра-скобы для контроля поверхности вала диаметром $d=60$ мм с полем допуска $k6$.

Допуск основного вала равен: $IT6=19$ мкм. Следовательно:

$$d_{\max}=60,021 \text{ мм};$$

$$d_{\min}=60,002 \text{ мм}.$$

Допуски и предельные отклонения калибров для $IT6$ в интервале 50...80 мм: $H1 = 5$ мкм, $Z1 = 4$ мкм, $H = 3$ мкм, $H_p = 2$ мкм.

Наименьший размер проходной новой калибра-скобы

$$PP_{\min}=d_{\max}-Z1-H1/2, \text{ мм}$$

$$PP_{\min}=60,021-0,004-0,005/2=60,0145 \text{ мм}.$$

Размер калибра-скобы PP , поставляемый на чертеже, при допуске на изготовление равен $60,0145_{+0,005}$ мм.

$$PP_{\max}=d_{\max}-Z1+H1/2, \text{ мм}$$

$$PP_{\max}=60,021-0,004+0,005/2=60,0195 \text{ мм}.$$

Определяем наибольший и наименьший размеры непроходной стороны калибра – скобы:

$$HE_{\min}=d_{\min} - H1/2, \text{ мм}$$

$$HE_{\min}= 60,002-0,005/2=59,9995 \text{ мм}.$$

$$HE_{\max} = d_{\min} + H1/2 \text{ мм}$$

$$HE_{\max} = d_{\min} + H1/2 = 60,002 + 0,005/2 = 60,0045 \text{ мм}$$

Наибольший размер изношенного калибра-скобы при допуске на износ $=3$ мкм равен:

$$P_{\text{изн}} = d_{\max}+Y1= 60,024 \text{ мм}$$

$$P_{\text{изн}} = 60,021+0,003=60,024 \text{ мм}.$$

$$PP_{\text{исп.}} = PP_{\min} = 60,0145 \text{ мм}$$

Размер калибра-скобы HE , проставляемый на чертеже, равен $59,9995_{+0,003}$.

Номинальные размеры:

- наибольший - $60,0025$ мм;

-наименьший - 59,9995 мм.

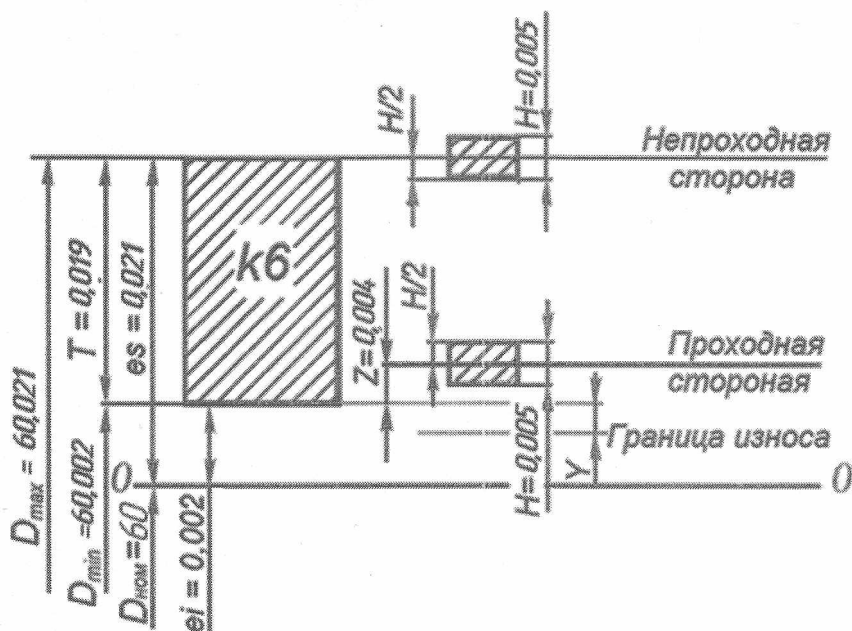


Рис. 1 Схема рабочего эскиза калибра-скобы 60k6

Определяем номинальные размеры калибра-пробки для вала диаметром $d=125$ мм с полем допуска H7.

Определим: $ES = +0,04$

$EJ = 0$

$To = ES - EJ,$

$To = 0,04 - 0 = 0,00$

Следовательно:

$d_{max} = d_n + ES,$

$d_{max} = 125 + 0,04 = 125,004$ мм

$d_{min} = d_n + ES,$

$d_{max} = 125 + 0 = 125,0$ мм

Допуски и предельные отклонения калибров для IT7 в интервале 120...180 мм: $H = 8$ мкм, $Z = 6$ мкм, $Y = 4$ мкм.

Определим предельные размеры калибра – пробки:

проходная сторона:

$P - ПР_{min} = d_{min} + Z1 - H1/2, \text{ мм}$

$P - ПР_{min} = 125,0 + 0,006 - 0,008/2 = 125,002$ мм

$P - ПР_{max} = d_{min} + Z1 + H1/2, \text{ мм}$

$P - ПР_{max} = 125,0 + 0,006 + 0,008/2 = 125,01$ мм.

непроходная:

$P - НЕ_{max} = d_{max} + H1/2 \text{ мм}$

$P - НЕ_{max} = 125,04 + 0,008/2 = 125,044$ мм

$P - НЕ_{min} = d_{max} - H1/2, \text{ мм}$

$P - НЕ_{min} = 125,04 - 0,008/2 = 125,036$ мм.

Наибольший размер изношенного калибра-пробки при допуске на износ = 8,0 мкм равен.

Предельный измерительный размер калибра пробки – проходная сторона:

$$P - \text{ПРизм} = (d_{\min} + Z1 + H/2)$$

$$P - \text{ПРизм} = 125,0 + 0,006 + 0,008/2 = 125,01_{-0,008} \text{ мм.}$$

Предельный измерительный размер калибра пробки – непроходная сторона:

$$P - \text{НЕизм} = (d_{\min} + H/2)$$

$$P - \text{НЕизм} = 125,0 + 0,004 = 125,004_{-0,008} \text{ мм}$$

Определим изношенный проходной размер калибр пробки:

$$P - \text{ПРизм} = d_{\min} - Y$$

$$P - \text{ПРизм} = 125,0 - 0,004 = 124,996 \text{ мм}$$

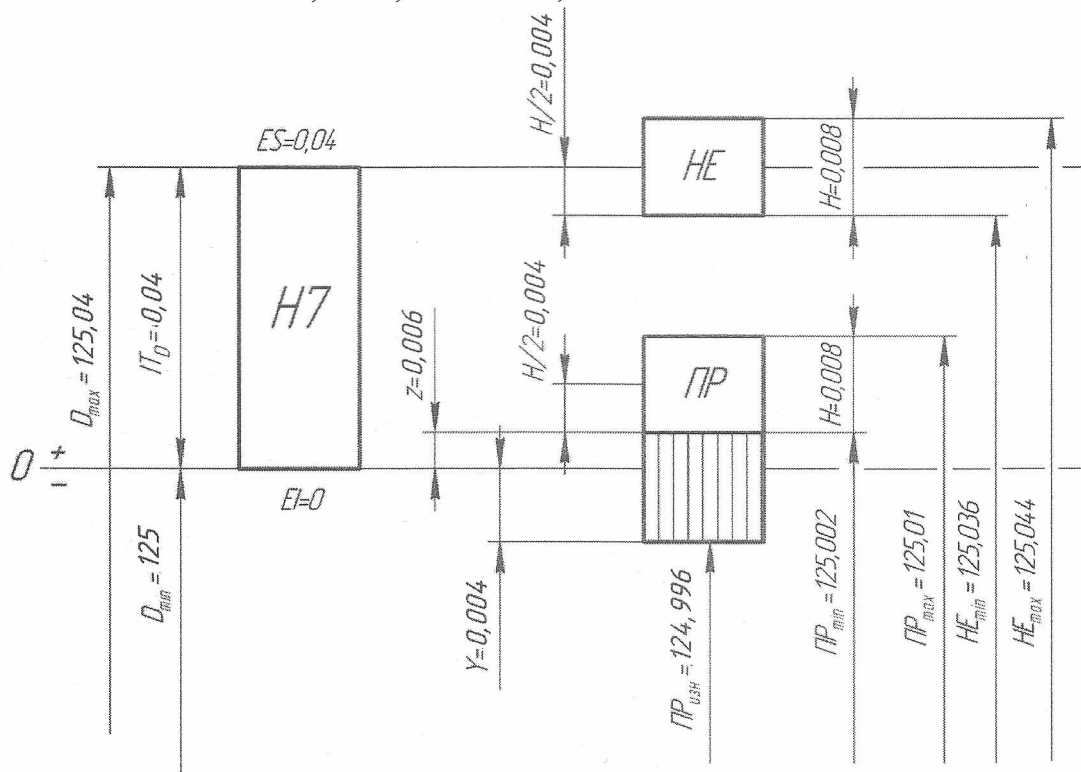


Рис. 2 Схема рабочего эскиза калибра-пробки 125H7

4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1 Расчет количества технологического оборудования и его загрузки

Согласно условиям предприятия тип производства деталей серийное. Годовой объем выпуска деталей (_____ тысяч штук) при массе детали _____ кг соответствует заданному типу производства. Определяем отношение $t_{пз}/t_{шт}$ для каждой операции технологического процесса.

005: $T_{пз}/t$ шт

015: $T_{пз}/t$ шт

020: $T_{пз}/t$ шт

Определяется предыдущий минимальный (технологический) размер партии деталей :

$$N_{min} = t_{пз} / t_{шт} \cdot K_1 \cdot K_2;$$

где $t_{пз}$ — норма подготовительно-заключительного времени, мин;

$T_{шт}$ — норма времени на операцию, мин;

K_1 — коэффициент выполнения норм выработок ($K_1=1,2$)

K_2 — коэффициент допустимых потерь времени на подготовительно-заключительные работы.

Величины n_{min} принимаются по операции с наибольшим соотношением.

Затем размер n_{min} корректируется с учетом удобства планирования и организации производства:

— партия должна быть равна или быть кратной месячному объему выпуска:

$$N_{min} = N_{год} / 12; \quad ;$$

— не меньше суточного или сменного выработка:

$$N_{сут} = N_{год} / 250 ;$$

Берём размер так называемой нормативной партии деталей $n_{норм-72}$ единиц. В серийном производстве количество станков C_p на участке рассчитывается по каждому отдельному виду по формуле:

$$C_p = t_{шт.к} \cdot N / F_{до} \cdot K_n \cdot 60;$$

Где $t_{шт.к}$ — норма искусственно калькуляционного времени мин.;

N — годовая программа деталей, шт.;

$F_{до}$ — эффективный фонд времени работы оборудования, ч;

K_n — коэффициент выполнения норм выработки ($K_n=1,2$).

Рассчитываем норму штучно - калькуляционного времени для каждой операции технологического процесса по формуле:

$$T_{шт.к} = t_{шт} + t_{пз}/n$$

Эффективный фонд времени работы оборудования определяется:

$$F_{до} = D_p \cdot t_{см} \cdot n_{см} \cdot K_{исп}$$

где D_p - рабочие дни, дн;

$t_{см}$ - продолжительность смены, час;

$n_{см}$ - количество смен;

$K_{исп}$ - коэффициент использования времени.

Расчет основного технологического оборудования и его использование сводим в таблицу 1. Коэффициент загрузки оборудования рассчитывается по формуле (по каждому виду отдельно):

$$K_{загр.ср} = C_p / C_{спр}$$

Определяем средний коэффициент загрузки оборудования по формуле:

$$K_{загр.ср} = \sum C_p / \sum C_{спр};$$

Таблица 1 – Необходимое количество оборудования и их загрузка

Наименование операции	Норма времени на единицу изделия, мин	Количество оборудования		Коэффициент загрузки
		Расчетное	Принятое	
005 Токарная с ЧПУ 16К30Ф3	10,89	1,41	2	0,71
Итого	38,25	4,99	7	0,72

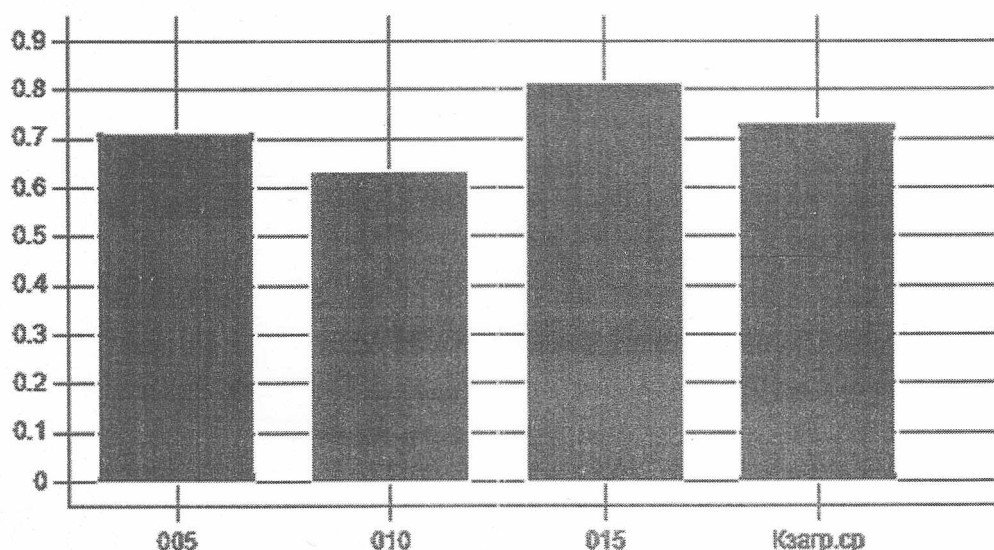


Рис. 4. Коэффициент загрузки оборудования

Определим длительность технологического цикла механической обработки. В связи с тем, длительность технологического процесса

изготовления детали разная, проектируем последовательно- параллельный метод движения предметов труда в производстве.

На каждом рабочем месте создаются заготовки, которые позволяют избежать возникновения простоев. Длительность технологического цикла при последовательно- параллельном движении равно:

$$T_{п-п} = n \cdot \sum t_{шт-к} - \sum t_{кор см} \cdot (n-1) / 2 \cdot 8 \cdot 60.$$

4.2. Расчет количества работающих по категориям и показателям

Расчет численности основных производственных рабочих производим по профессиям и квалификации с учетом возможности применения многостаночного обслуживания. Норма многостаночного обслуживания (C_m) определяется для наиболее трудоемкой операции по формуле:

$$C_m = [t_o \times K_d / (t_z + t_{пер})] + 1.$$

где t_o – основное время, мин.

K_d – коэффициент, учитывающий совпадение машинной работы одного из станков со временем занятости работника по обслуживанию других станков;

K_d - для специальных станков – 0,8 ;

t_z – время занятости рабочего, мин ($t_{шт} - t_o$);

$t_{пер}$ – время перехода от станка к станку (0,5 – 1 мин .)

Таким образом, исходя из расчетов принимаем, что на операции 005 и 010; и 020 признаем по 1 станочнику на обслуживание 2 станков.

Настоящий годовой фонд времени рабочего рассчитывается по формуле:

$$F_{дг} = D_{г} \cdot t_{см} \cdot K_{п.п.}$$

где $D_{г}$ – количество рабочих дней в году;

$t_{см}$ – продолжительность смены, часов;

$K_{п.п.}$ – коэффициент использования рабочего времени, учитывающий планируемые потери.

Количество производственных рабочих рассчитывается по формуле:

$$P_o = t_{шк} \cdot N_{участка} / F_{дг} \cdot K_v \cdot 60;$$

где $t_{шк}$ - норма штучно-калькуляционного времени, мин.;

$N_{участка}$ – годовой выпуск изделий, шт.;

$F_{дг}$ - эффективный фонд времени одного рабочего за год;

K_v - коэффициент выполнения норм ($K_v - 1,2$).

Ведомость основных производственных рабочих возводим в таблицу .

Таблица 4.2- численность основных работников.

Профессия рабочего	Тарифный разряд	Годовая программа, шт	Норма времени	Эффективный годовой фонд времени одного рабочего, час	Численность основных рабочих, ел
005 Токарная с ЧПУ					

Средний разряд работников определяют средневзвешенную величину:

$$R_{\text{ср}} = \sum R \cdot P / P;$$

где R- разряд работы;

P- число работников.

Таблица 5- сведенная ведомость работающих.

Категории рабочих	Количество	По сменам	
		1	2
1. Основные рабочие			
1.1			
1.2			
2. Вспомогательные рабочие			
2.1 Электрик			
3. Руководители			
3.1 Старший мастер			
3.2 Мастер			
Итого			

Определяем выработку продукции на одного основного рабочего:

$$ПТ_о = \text{Низд} / P_о.$$

$$ПТ_{\text{заг}} = \text{Низд} / P_{\text{заг}}.$$

где: P_о- количество основных рабочих участка, чел.

P_{заг}- общее количество всех рабочих участка, чел .

4.3 Расчет заработной платы работающих

Оплата труда основных рабочих сдельно –премиальная.

$$P = S_{\text{час}} \cdot t_{\text{шк}} \cdot K_{\text{мн}} / 60.$$

где S_{час} - часовая тарифная ставка рабочих соответствующего разряда,

t_{шк} – норма времени на операцию;

K_{мн} – коэффициент многостаночного обслуживания.

Фонд основной заработной платы вычисляем по формуле:

$$\Phi_{осн} = P \cdot N.$$

Фонд дополнительной зарплаты определяется по формуле:

$$\Phi_{доп} = \Phi_{осн} \cdot Д/100$$

где д – процент дополнительной зарплаты, д = 70 % .

Фонд поощрительных и компенсационных расходов определяем по формуле:

$$\Phi_{к} = \Phi \cdot к/100.$$

где к – норматив поощрительных и компенсационных выплат, к = 12 %

Годовой фонд заработной платы составляет:

$$\Phi_{оп} = \Phi_{осн} + \Phi_{доп} + \Phi_{к}.$$

Среднемесячная заработная плата составляет:

$$З_{сред.мес} = \Phi_{оп}/12 \cdot Росн.$$

Расчет годового фонда оплаты труда основных рабочих сносим в таблицы 4 Расчет годового фонда оплаты труда вспомогательных рабочих сносим в таблицу.

Таблица 5 Расчет годового фонда оплаты основных рабочих

Номер операции	005	Итого
Количество				
Разряд				
Почас. тариф. ставка				
Норма времени				
Коэф. обслуживания				
Годовой выпуск				
Фонд основной зар. платы, руб.				
Фонд доп. зар. платы				
Фонд компенсацион. выплат				
Годовой фонд оплаты труда, руб.				
Среднемес. зарплата				

Таблица 4.5- расчет фонда оплаты труда дополнительных работников

Профессия	Электрик
Разряд	
Количество, чел	
Часовая тарифная ставка, руб./час	
Фонд работы за год, час	

Основная зар. плата, руб.	
Доплаты %	
Доплаты, руб.	
Фонд оплаты труда всех рабочих, руб.	
Зарплата за месяц одного работника	

4.4 Расчет себестоимости детали

При ограниченной номенклатуре выпуска продукции калькуляция составляется на каждый объект производства (деталь).

Расчет стоимости расходов основных материалов на одну деталь определяется по формуле:

$$V_m = (C_m/1000 \cdot V_z) \cdot K_{tzv} - (C_{otx}/1000 \cdot V_{otx});$$

где C_m , C_{otx} - оптовые цены на основные материалы и отходы;

V_z - масса исходной заготовки, кг;

V_{otx} - масса отходов, кг ($V_z - V$);

K_{tzr} - коэффициент транспортно-заготовительных расходов, $K_{tzr} = 1,15$;

Затраты на технологическую электроэнергию:

$$V_{эл.эн.} = C_{эл.эн.} \cdot \frac{K_N \cdot K_W \cdot \sum N \cdot t_{шт.к.}}{\eta_e \cdot 60};$$

где $C_{эл.эн.}$ - цена за 1 кВт*час, руб.;

K_N - коэффициент загрузки электродвигателя по мощности;

K_W - коэффициент, учитывающий затраты энергии в границах (1,05-1,1);

$\sum N$ - суммарная мощность электродвигателей, кВт.;

$t_{шт.к.}$ - штучно-калькуляционное время, мин.;

η_e - КПД электродвигателя (0,8).

Таблица 4.6- Расчет расходов на технологическую электроэнергию

Название операции	Модель оборудования	Цена за 1 кВт · час	Коэффициент	Суммарная мощность	Штучно-калькуля	КПД	Расходы на технолог
005 Токарная с ЧПУ	16К30Ф3			11	10,89		15,8
Итого	-						

Основная заработная плата на единицу продукции определяется итогом расценок на деталь.

$$Зосн = P005 + P015 + P020.$$

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

$$Здоп = Зосн \cdot \%д / 100.$$

где $\%д$ - процент дополнительной заработной платы, $\%д = 70\%$.

Другие поощрительные и компенсационные расходы:

$$За = Зосн \cdot \%к / 100.$$

где $\%к$ - норматив поощрительных и компенсационных выплат, $\%к = 12\%$

Отчисления на социальные мероприятия определяются по формуле:

$$Зсоц.страх = (Зосн + Здоп + За) \cdot с / 100;$$

где $\%с$ - процент расходов на социальные мероприятия, $\%с = 39,55\%$

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования определяется по формуле:

$$Вобл = Зосн \cdot Побл / 100;$$

где Побл- процент расходов на содержание и эксплуатацию оборудования,

Цеховые расходы определяем по формуле:

$$Вцех = Зосн \cdot n_{цех} / 100;$$

где $n_{цех}$ - процент цеховых расходов, $n_{цех} = 436,8\%$;

.Полная себестоимость равна:

$$Сполн = Свне + С поз.$$

Норматив рентабельности до себестоимости берём 25%.

Прибыль определяем по формуле:

$$П = Сполн \cdot 25 / 100;$$

Оптовая цена определяется по формуле:

$$ОЦр = Сполн + П.$$

Налог на дополнительную стоимость составляет 20% от оптовой цены:

$$НДС = ОЦр \cdot 20 / 100;$$

Отпускная цена изделия равна сумме оптовой цены и НДС

$$ВЦ в = ОЦр + НДС.$$

4.5 Расчет экономической эффективности проекта

Экономический эффект рассчитывается по формуле:

$$Ет = Рв - Вр / Кр + Ен;$$

где Рв- неизменная по годам расчётного периода, денежная оценка результата;

Вр- неизменная по годам расчётного периода расходы на реализацию мероприятий;

Кр— норма реновации основных фондов при использовании продукции с учётом фактора времени, (0,13);

Ен- норматив проведения разновременных расходов и результатов, (0,12)

Экономический эффект рассчитываем за шесть лет.

Стоимостная оценка результатов определяется по формуле:

$$P_c = C \cdot N;$$

где C - цена изделия (расчетная) руб.;

N - объем производства, ед;

Расходы на реализацию мероприятия:

$$P_{год} = B + (K_r + E_n) \cdot$$

Где B – текущие расходы за год;

K_i - капитальные вложения проекта;

$$B = C_{полн} + C_a;$$

Где $C_{полн}$ – полная себестоимость изготавливаемой продукции, \;

C_a - годовая сумма амортизационных отчислений;

Основные фонды предприятия — это материальный капитал, заключенный в зданиях, оборудовании, различных сооружениях.

Этот тип ресурсов не расходуется за один цикл производства, а служит в течение длительного времени и, как следствие, подвергается износу.

Расходы на транспортировку и монтаж станков берется в среднем 19...15% от оптовой цены.

Результаты расчетов заносим в таблицу 6.

Таблица 6– Стоимость станков

Название оборудования	Количество	Стоимость единицы	Стоимость единицы с учётом расходов на доставку	Балансовая стоимость
16К30Ф3	3	3 000 000	330 000	9 990 000

Таблица 7- стоимость основных фондов

Название основных фондов	Стоимость, руб.	Амортизация, %	Амортизация, руб.	Процент, %
Строения				
Инструменты и приспособления				
Производственный и хозяйственный инвентарь				
Передающие устройства				
Станки				
Силовое оборудование				
Транспортные средства				
Измерительные приборы и устройства				
Итого				

Общая сумма капиталовложений составляет из стоимости основных фондов и учётных средств.

$$K_i = K_{\text{уч}} + K_{\text{о.ф.}}$$

Эффект за год:

$$E_{\text{год}} = E_{\text{т}}/6;$$

Коэффициент эффективности:

$$E_p = E_{\text{год}}/K_i$$

Поскольку $E_p > E_n$, то проект производства детали на участке эффективный.

4.6 Техничко- экономические показатели участка

Техничко-экономические показатели – система измерителей, характеризующая материально-производственную базу предприятий и комплексное использование ресурсов (например, производительность, себестоимость, точность, выход продукции и пр.). Техничко-экономические показатели участка показаны в таблице 9.

Таблица 9 - Техничко-экономические показатели участка.

Название показателей	Величина показателей
1. Выпуск продукции, шт	
2. Оптовая цена	
3. Общее количество работников	
4. В т.ч. основных работников	
5. Продуктивность труда на одного основного работника	
6. Продуктивность труда на одного работника	
7. Средний тарифный разряд	
8. Фонд основной заработной платы по участку	
9. Среднемесячная зарплата одного работника	
10. Количество оборудования	
11. Общая стоимость оборудования	
12. Средний коэффициент загрузки	
13. Себестоимость единицы изделия,	
14. Прибыль	
15. Норматив рентабельности	
16. Экономический эффект за год	
17. Расчетный коэффициент экономической эффективности	

5 ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Вопросы охраны труда должны рассматриваться как комплекс технических и организационных мероприятий, направленных на создание безопасных и здоровых условий труда работающих, при решении поставленных в дипломном проекте задач. Недопустимо в дипломном проекте упрощенное и формальное цитирование норм по технике безопасности без предложения конкретных организационных и технических решений. Мероприятия по охране труда должны органически входить в комплекс рассматриваемых технологических задач и разрабатываться в совокупности и одновременно с ними.

Данный раздел состоит из двух основных частей:

5.1 Техника безопасности при работе на металлорежущих станках.

5.2 Требования пожарной безопасности.

Первая часть: Техника безопасности при работе на металлорежущих станках.

В данной части необходимо рассмотреть такие вопросы как:

- требования безопасности при хранении, транспортировании, складировании исходных материалов, заготовок, готовой продукции и отходов производства;
- требования безопасности при работе на станках отдельных групп;
- требования безопасности при перемещении грузов грузоподъемными кранами и подъемными устройствами;
- мероприятия по выполнению правил обращения с баллонами для сжатых и сжиженных газов при сварке;
- мероприятия по предотвращению получения травм, ушибов и порезов при выполнении сборочно-сварочных работ;
- мероприятия по защите от вредного влияния СОЖ, пыли и стружки;
- виды инструктажа, проводимые с работниками;
- другие.

Вторая часть. Противопожарные мероприятия.

В данной части необходимо рассмотреть такие вопросы как:

- анализ возникновения пожаров на машиностроительных предприятиях;
- мероприятия по противопожарной безопасности на участке;
- мероприятия по противопожарной безопасности на рабочем месте;
- эксплуатационные мероприятия пожарной безопасности в машиностроительных цехах;
- технические мероприятия по предупреждению взрывов и пожаров в машиностроительных цехах;
- характеристика первичных средств пожаротушения, используемых в машиностроительных цехах.

Оформление комплекта документов на технологический процесс механической обработки

Оформление комплекта документов на технологический процесс механической обработки соответствует требованиям ГОСТов систем ЕСКД и ЕСТД.

Технологические процессы содержат описание всех выполняемых работ при изготовлении сварного изделия с указанием всех приемов, режима, последовательности выполнения операций и переходов. Основные требования к техпроцессу — это обеспечение качества изделия и производительности, наличие всех данных для нормирования трудовых затрат и обеспечение безопасности выполняемых работ.

Технологические операции описываются на специальных бланках в определенной последовательности и сшиваются, образуя технологический процесс. Все эти разновидности бланков соответствуют различным стандартам по форме.

Технологический процесс состоит из следующих бланков:

1. Титульный лист ГОСТ 3,1105-84.
2. Ведомость оснастки ГОСТ 3.1122-84.
3. Маршрутная карта ГОСТ 3.1118-82.
4. Операционная карта ГОСТ 3.1404-86.

Стандартом ГОСТ 3.1705-81 установлены правила записи операций и переходов сварки и определены термины (слова, которыми нужно пользоваться, а также допустимые термины) при написании в технологических процессах, например, «паять», «сварить», «прихватить», «приварить», «заварить» и т. д.

Стандарт ГОСТ 3.1129-93 определяет общие правила записи технологической информации в технологических документах на технологические процессы и операции, а также правила оформления маршрутных карт (ГОСТ 3.1118-82).

ГОСТ 3.1109-82 предусматривает термины и определения операций и переходов технологических процессов изготовления и ремонта изделий машиностроения.

При оформлении комплекта документов необходимо заполнить следующие карты:

- титульный лист;
- маршрутная карта лист 1;
- маршрутная карта последующие листы;
- операционная карта лист 1 на каждую операцию;
- операционная карта последующие листы на каждую операцию;

ОРГАНИЗАЦИЯ И ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

После выполнения и оформления работы титульный лист расчетно-пояснительной записки подписываются руководителем и всеми консультантами. Все чертежи подписываются руководителем работы и норма контролем.

Затем все материалы работы представляются директору ИСПО, который решает вопрос о допуске работы к защите перед Государственной аттестационной комиссией.

Защита выпускной квалификационной работы проводится в открытых заседаниях ГЭК с участием не менее половины состава комиссии.

Секретарь ГЭК объявляет тему выпускной квалификационной работы и передает председателю ГЭК расчетно-пояснительную записку и все необходимые документы, после чего выпускник получает слово для доклада.

В докладе, продолжительностью не более 10 мин. выпускник должен сформулировать цель и задачи выпускной квалификационной работы.

Придерживаясь последовательности, принятой в расчетно-пояснительной записке, необходимо кратко осветить узловые разработки работы, оригинальные и наиболее интересные инженерные решения.

Необходимо четко выделить все новое, что предложено и разработано самим обучающимся, и обосновать техническую целесообразность эти предложений. Например, типовой доклад технологического проекта должен включать следующее:

- цели и задачи выпускной квалификационной работы;
- анализ служебного назначения, технических условий на изготовление детали (деталей, сборочной единицы) и технологичности конструкции изделия;
- характеристику типа и формы организации производства;
- обоснование выбора заготовки, последовательности обработки;
- анализ точности изготовления изделий;
- описание наиболее интересных наладок и оригинальных конструкторских решений.

Все вопросы следует излагать в предельно краткой и лаконичной форме.

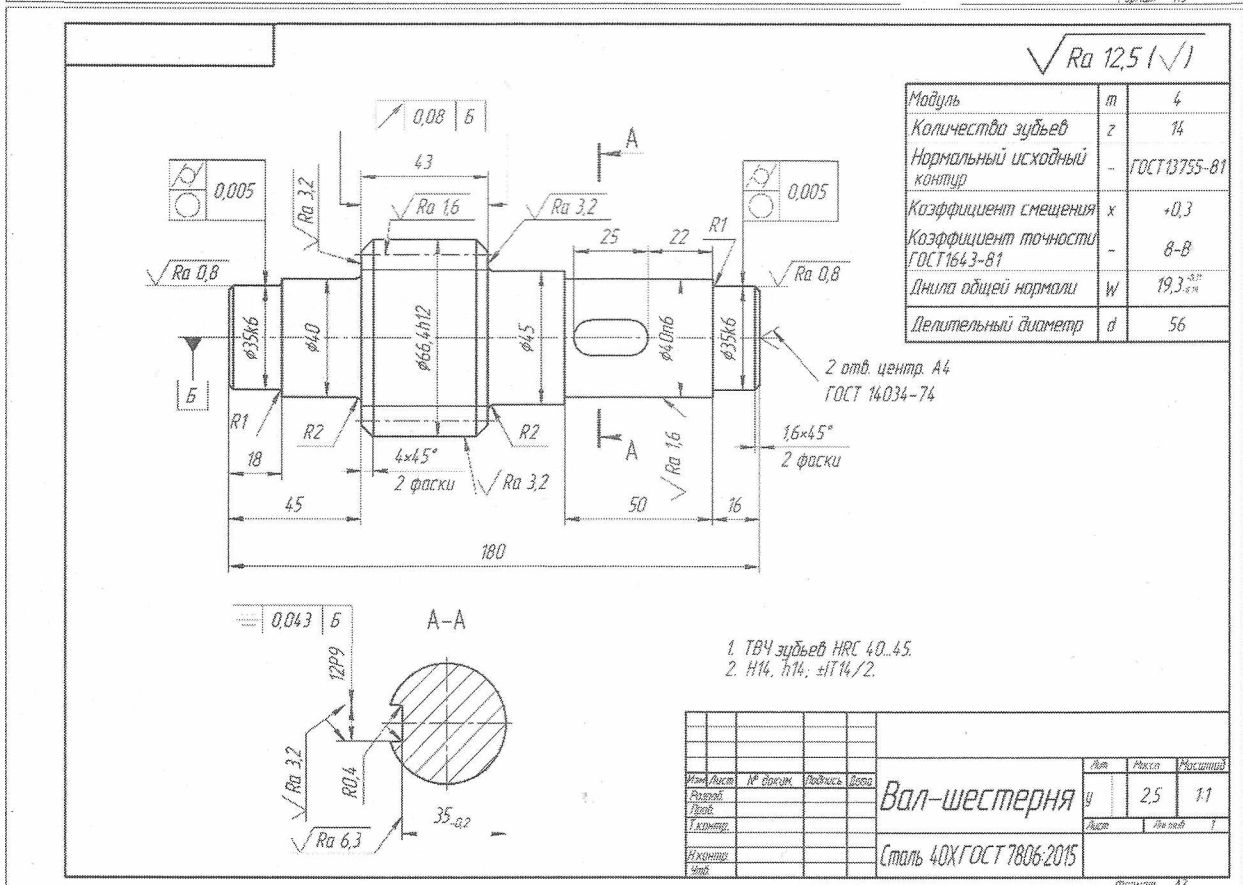
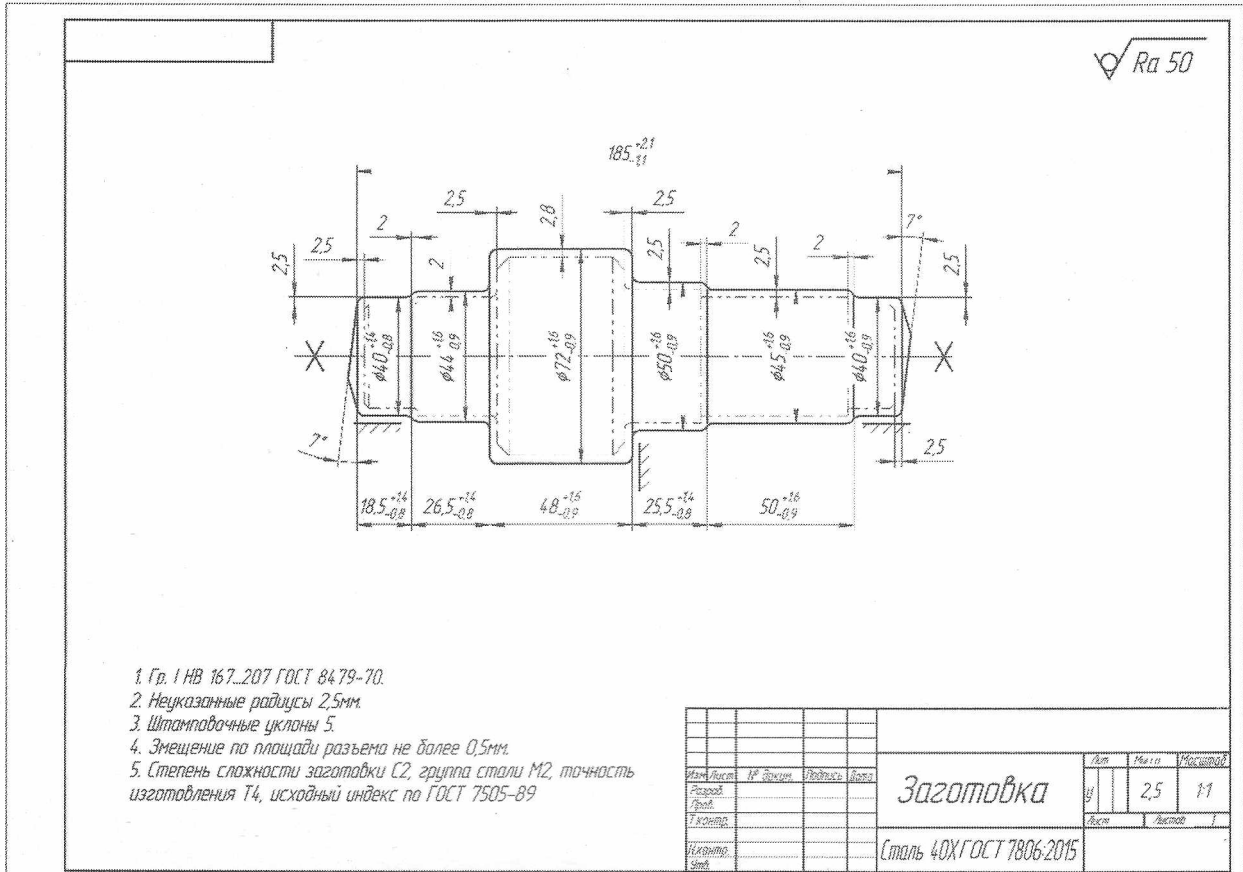
Продолжительность доклада 7...10 минут.

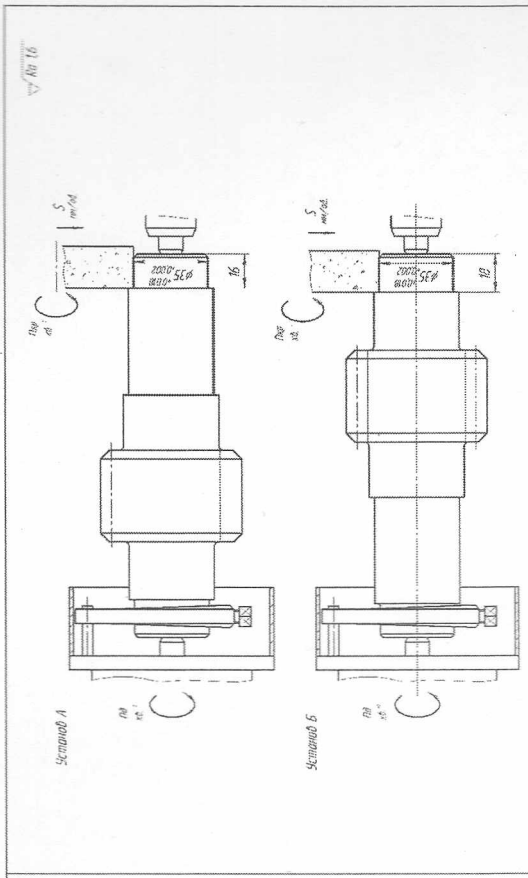
В процессе доклада выпускник использует все графические и иллюстрационные материалы, размещенные на стенде в последовательности изложения тезисов.

Литература

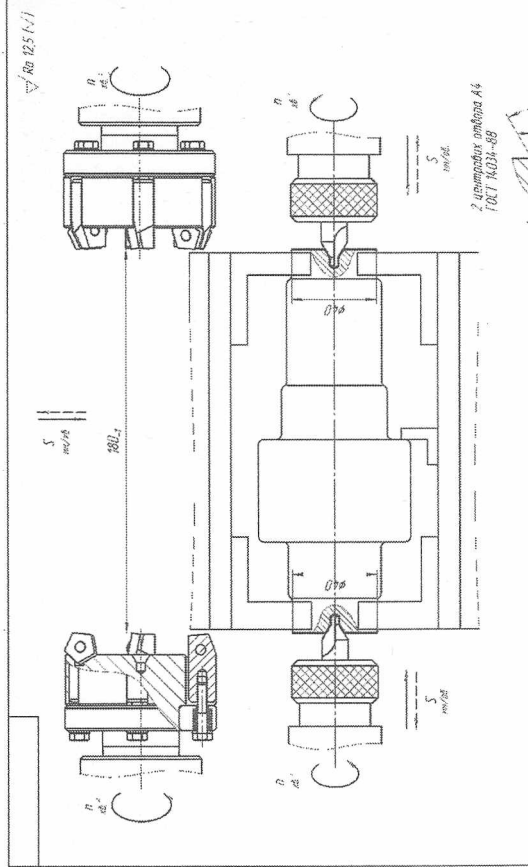
1. Технология изготовления типовых деталей машин. Учебное пособие СПО Шрубченко И.А., Погодин А. А., Дуюн Т.А. - ИНФРА-М, 2019 - 358с. ISBN: 978-5-16-014868-7
2. Технология машиностроения. Производство типовых деталей машин. Учебное пособие Иванов И.С. НИЦ ИНФРА-М, 2020 – 224с. ISBN 978-5-16-015601-9
3. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: учеб. пособие / Л.В. Лебедев, А.А. Погонин, А.Г. Схиртладзе, И.В. Шрубченко. – Старый Оскол: ТНТ, 2011. – 424 с.
4. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: учеб. пособие / Л.В. Лебедев, А.А. Погонин, А.Г. Схиртладзе, И.В. Шрубченко. – Старый Оскол: ТНТН, 2011. 424 с.: ил. 15 Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1. [Текст]: справочник / Под ред.
5. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп.. – М.: Машиностроение, 1985. - 656 с.: ил. 16 Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2. [Текст]: справочник / Под ред.
6. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп.. – М.: Машиностроение, 1985. - 496 с.: ил.
7. Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении : учебное пособие / В. В. Бабук [и др.] ; под общ. ред. В. В. Бабука. – Минск : Вышэйшая школа, 1987. – 255 с.
8. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски : ГОСТ 7505–89. 5. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку : ГОСТ 26645–85.
9. Прокат стальной горячекатаный круглый : ГОСТ 2590–88 (СТ СЭВ 3898–82).

Приложения

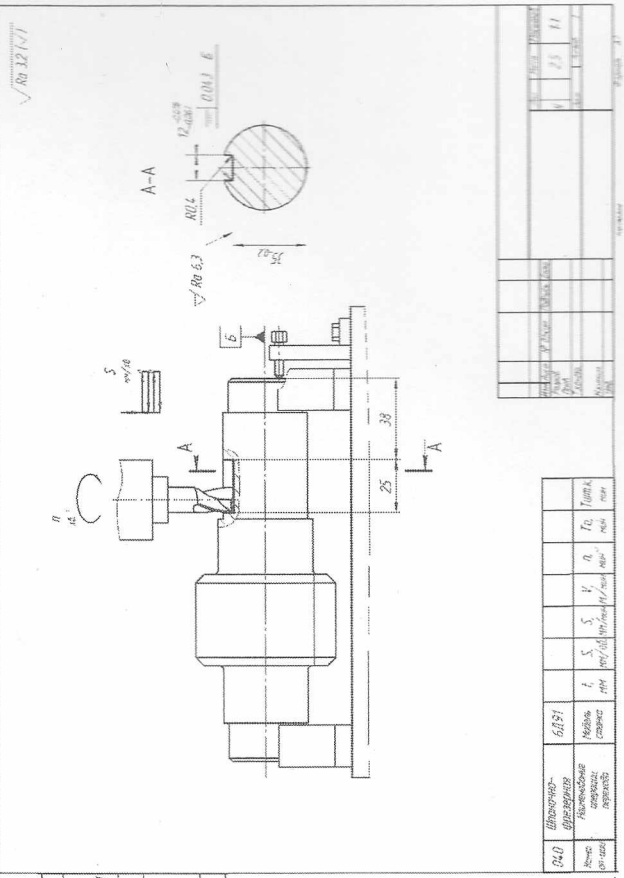




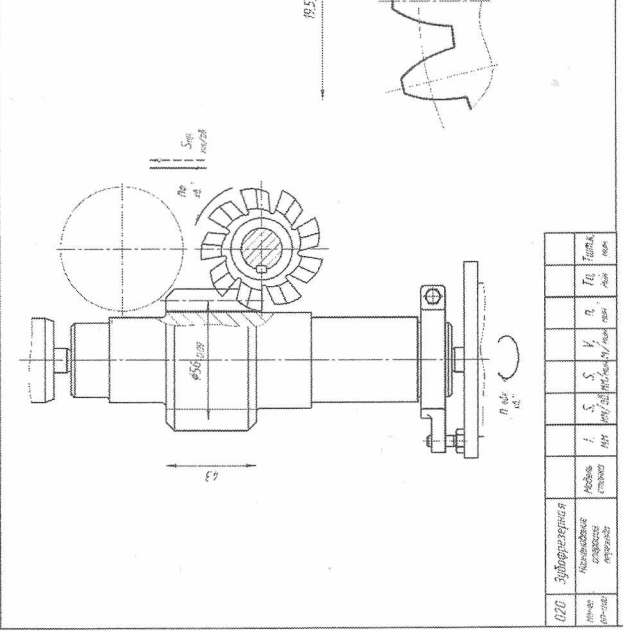
025	Исполнение-альтернатива	Материал	С	У	В	П	Т	Т
	Алюминий	Модель	И	С	У	В	П	Т
	Сварка	Материал	И	С	У	В	П	Т
	Параметры	Материал	И	С	У	В	П	Т



025	Фрезерная центральная	Материал	С	У	В	П	Т	Т
	Алюминий	Модель	И	С	У	В	П	Т
	Сварка	Материал	И	С	У	В	П	Т
	Параметры	Материал	И	С	У	В	П	Т



Исполнение	И	С	У	В	П	Т	Т
Материал	И	С	У	В	П	Т	Т
Материал	И	С	У	В	П	Т	Т
Материал	И	С	У	В	П	Т	Т



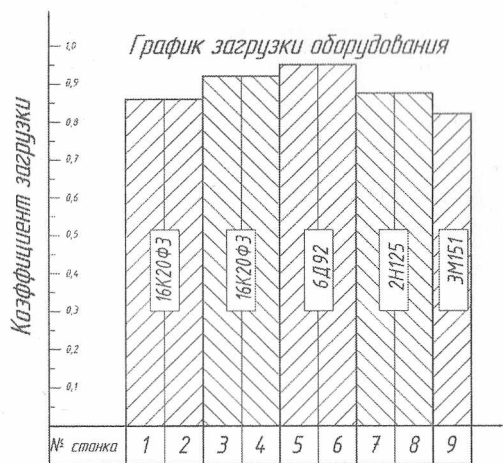
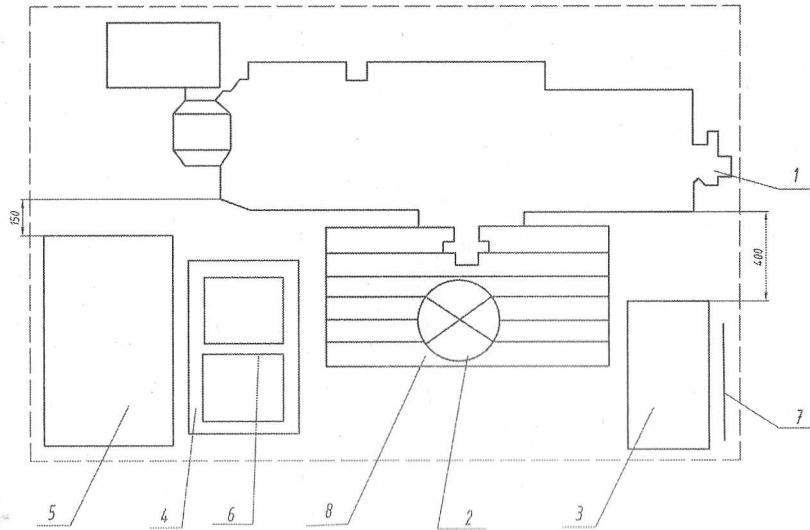
020	Зубчатая передача	Материал	С	У	В	П	Т	Т
	Алюминий	Модель	И	С	У	В	П	Т
	Сварка	Материал	И	С	У	В	П	Т
	Параметры	Материал	И	С	У	В	П	Т

Исполнение	И	С	У	В	П	Т	Т
Материал	И	С	У	В	П	Т	Т
Материал	И	С	У	В	П	Т	Т
Материал	И	С	У	В	П	Т	Т

Исполнение	И	С	У	В	П	Т	Т
Материал	И	С	У	В	П	Т	Т
Материал	И	С	У	В	П	Т	Т
Материал	И	С	У	В	П	Т	Т

Исполнение	И	С	У	В	П	Т	Т
Материал	И	С	У	В	П	Т	Т
Материал	И	С	У	В	П	Т	Т
Материал	И	С	У	В	П	Т	Т

МКП 021105



Имя	Фамилия	Инициалы	Дата	Подпись
<i>Рабочее место станочника</i>				

МКП 021105

Технико-экономические показатели участка.

Название показателей	Величина показателей
Выпуск продукции, шт	38000
Оптовая цена	1816,03
Количество работников	28
В т.ч. основных работников	22
Продуктивность нга одного рабочего	1357
Продуктивность основного рабочего	1727
Средний тарифный разряд	4,4
Фонд заработной платы на участке	3864395,687
Среднемесячная зарплата одного работника	14637
Количество оборудования	16
Общая стоимость оборудования	38965000
Средний коэффициент загрузки	0,85
Себестоимость единицы изделия	1452,83
Прибыль	363,21
Норматив рентабельности	25
Экономический эффект за год	4693128,99
Расчетный коэффициент экономической эффективности	0,29

Имя	Фамилия	Инициалы	Дата	Подпись
<i>Технико-экономические показатели</i>				