

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**

ГЕОРГИЕВСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ «ИНТЕГРАЛ»

УТВЕРЖДАЮ:
Председатель ПЦК ТМ и М
Барминова Т.Н.

СОГЛАСОВАНО
Зав. отделением ИЦТ
Бойко О.В.

Методические указания
по выполнению курсовых проектов
для студентов специальности
15.02.08 «Технология машиностроения»
По дисциплине «ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ»

Разработал
Преподаватель ГБПОУ ГРК «Интеграл»
Барминова Т.Н.
Федулин А.Ф.

Рассмотрено на заседании предметно-цикловой комиссии
«09» январь протокол №5

Георгиевск 2023г.

Утверждено методическим советом ГБПОУ ГРК «Интеграл»
Протокол № от « » _____ 2023г

Секретарь методического совета

Е.В.Шахова

Одобрено на заседании ПЦК ТМ иМ
Протокол №5 от 09.01.2023г

Т.Н.Барминова

Согласовано зав отделением ИЦТ

О.В.Бойко

Составитель:
Преподаватель

Т.Н. Барминова
А.Ф.Федулин

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения	5
1.1. Цель выполнения курсового проекта	5
1.2. Задание на курсовой проект	5
1.3. Объем и содержание курсового проекта.....	7
1.4 Организация выполнения курсового проекта	
1.5 Основные требования к оформлению расчетно-пояснительной записки и графической части проекта.....	
1.5.1. Требования к оформлению расчетно-пояснительной записки	
1.5.2. Требования к оформлению комплекта технологической документации.....	
1.5.3. Требования к оформлению графической части проекта	
2. Методические указания по отдельным разделам курсового проекта	
Введение.....	
1. ОБЩИЙ РАЗДЕЛ.	
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	
2.1. Определение типа производства	
2.2. Выбор вида и метода получения заготовки. Экономические обоснования выбора заготовки	
2.3.1. Выбор баз для черновой обработки	
2.4. Разработка маршрута механической обработки детали с выбором оборудования и станочных приспособлений	
2.5. Разбивка операций на технологические переходы и рабочие ходы	
2.6. Выбор режущего, вспомогательного и измерительного инструментов на операции техпроцессов	
2.7. Расчёт режимов резания	
<i>Пример назначения режимов резания</i>	
2.7.1. Глубина резания	
2.7.2. Подача	
2.7.3. Скорость резания	
2.7.4 Частота вращения шпинделя станка	
2.7.5 Действительная скорость резания	
2.7.8 Определяем мощность, затрачиваемую на резание	
2.8 Расчёт норм времени	
МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ	
КУРСОВОГО ПРОЕКТА	
ПРАВИЛА ЗАПИСИ ОПЕРАЦИЙ И ПЕРЕХОДОВ	
ОБРАБОТКА РЕЗАНИЕМ, ГОСТ 3.1702 – 79	
ПРИЛОЖЕНИЕ "А"	
ГРУППЫ ОПЕРАЦИЙ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ	
ПРИЛОЖЕНИЕ "Б"	
ОПЕРАЦИИ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ	
ПРИЛОЖЕНИЕ "В"	
ТЕРМИНОЛОГИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ	
ПЕРЕХОДОВ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ	
ПРИЛОЖЕНИЕ "Г"	
ФОРМУЛЫ И ТАБЛИЦЫ ДЛЯ РАСЧЁТА СЕБЕСТОИМОСТИ ЗАГОТОВОК	
ПЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ЛИТЬЯ И ШТАМПОВКИ	

Заключение	
Литература	39

1. Общие положения

Курсовой проект по дисциплине «Технология машиностроения» является продолжением и связью с дисциплинами «технологическая оснастка и расчет режущего инструмента». Выполнение курсового проекта служит не только комплексной проверкой подготовки студента к решению производственных задач, но и является важнейшей формой и методом приобретения навыков самостоятельной работы. Курсовой проект, кроме того, представляет собой подготовительную работу для дипломного проекта. Качество проекта определяется главным образом глубиной и новизной технических и организационных решений, внесенными студентом и должно быть направлено на повышение эффективности производства и качества продукции.

1.1. Цель выполнения курсового проекта

Курсовой проект, являясь завершающим этапом изучения курса «Технология машиностроения», имеет целью привить студентам практические навыки проектирования технологических процессов изготовления машин.

Курсовой проект выполняется студентом самостоятельно, при этом решаются следующие задачи:

1. Изучается методика анализа служебного назначения узлов и деталей машин.

2. На основе анализа служебного назначения изделия разрабатывается технологический процесс его изготовления.

3. Производится проектирование технологической оснастки, расчет режущего и мерительного инструмента, необходимого для выполнения разработанного технологического процесса.

4. Выполняется технико-экономический анализ вариантов технологического процесса.

5. Развивается умение пользоваться технической литературой, справочными материалами, ГОСТами, каталогами.

Титульный лист курсового проекта в **приложении 1**

1.2. Задание на курсовой проект

Основным документом проекта служит расчетно-пояснительная записка. Графические листы служат иллюстрацией к расчетно-пояснительной записке. Чертежи приспособления имеют самостоятельное значение и показывают уровень усвоения студентами методов конструирования.

Выполнение курсового проекта производится в соответствии с заданием. Задание на проектирование выдается руководителем проекта по установленной форме и утверждается зам. директора по учебной работе.

Работа над проектом ведется в определенной последовательности в соответствии с графиком курсового проектирования (таблица 1).

Курсовой проект выполняется по следующей тематике: проектирование перспективного технологического процесса механической обработки деталей типа корпус, вал, шестерня, фланец, кронштейн и др. Расчет режущего инструмента: сверло, протяжка, резец, долбяк и др.

Исходными данными при проектировании технологических процессов механической обработки детали являются: сборочный чертеж изделия, узла или механизма, в котором работает деталь; конструкторский чертеж детали; конструкторский чертеж заготовки (для штампованной, ковальной или литой заготовки); реальный технологический процесс механической обработки заготовки; годовая программа выпуска изделия.

Задание в приложении 2

ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА ПО ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Таблица 1.

№ п/п	Наименование раздела расчетно-пояснительной записки	Графическая часть проекта	Дата завершения	Процент выполнения этапа к общему объему	Процент выполнения проекта в нарастающем итоге
1	Получение задания, постановка задачи проектирования				
2	Анализ технологичности изделия	Чертеж детали и схемы базирования		15%	15%
3	Определение типа и организационной формы процесса производства			5%	20%
4	Выбор вида заготовки и технологического процесса изготовления детали	Чертеж заготовки		5%	25%
5	Разработка технологического процесса изготовления	Графическое изображение технологического процесса		40%	65%

	детали				
6	Расчет приспособления или режущего инструмента и конструирование технологической оснастки	Сборочный чертеж приспособления или режущего инструмента		30%	95%
7	Технико-экономический анализ вариантов технологического процесса			10%	95%
8	Выводы. Литература			5%	100%
9	Защита курсового проекта				

1.3. Объем и содержание курсового проекта

Курсовой проект состоит из следующих документов:

1. Текстовые документы, включающие:
 - пояснительную записку 35.. 45 листов формата А4;
 - комплект технологической документации;
 - титульный лист технологической документации на механическую обработку;
2. Графическую часть объемом 1,5.. 2 листа формата А1:
 - рабочий чертёж детали;
 - чертёж заготовки;
 - графическое изображение двух режущих инструментов;
 - чертежи наладок на две-три разнохарактерные операции

КРАТКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1. Общие требования к выполнению пояснительной записки.

Пояснительная записка выполняется на одной стороне листа писчей бумаги формата А4 по форме 5 - первый лист и 5а - последующие.

Условные обозначения механических, химических, математических и других величин должны быть тождественны во всех разделах записки, и соответствовать стандартам.

Значения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно перед формулой в той же последовательности, в какой приведены в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться со слов "где" без двоеточия после него.

Все формулы нумеруются арабскими цифрами, проставленными справа в скобках. В тексте записки даются ссылки на номера формул. Например: "Расчёт производится по формуле 3".

Расчёты и вычисления в записке даются с соблюдением установленных правил, с указанием в результатах размерности, принятой в системе СИ. Например, если в результате расчёта получилось 350 кгс, ставится знак равенства и пишется 3500 Н.

При использовании справочных материалов (режимов резания, норм времени, припусков, сортаментов материалов, цен и т. д.) необходимо делать ссылки на использованную литературу с указанием страниц, номеров, карт и таблиц. Например, с.92.

Если в тексте в пределах одной фразы приводится ряд цифровых значений одной размерности, единицы измерения указываются после последнего числа. Например: 15, 20, 25, 40 мм.

Все размещаемые в записке иллюстрации нумеруются арабскими цифрами. Например: рис.1, рис.2 и т. д.

Листы пояснительной записки располагаются в следующем порядке: с.1 - титульный лист, далее задание на курсовой проект, отзыв руководителя и т. д.(в приложении образцы 1,2,3)

2. Общие требования к выполнению графических документов.

Графические документы выполняются на листах формата А1. Чертёж детали, для которой разрабатывается техпроцесс, должен содержать технические требования (марку материала, массу, твёрдость, вес, размеры и их точность, точность формы и расположения, а также шероховатость поверхностей и т. д.).

Чертёж заготовки выполняется с указанием массы, класса точности, размеров и отклонений с принятыми литейными и штамповочными уклонами и другими техническими требованиями.

Графическое изображение двух режущих инструментов для обработки данной детали по выбору.

На втором листе располагают чертежи операционных технологических наладок.

Введение

Введение должно быть увязано с темой содержания курсового проекта. Следует отразить основные направления в развитии технологии машиностроения, в частности повышения производительности труда, снижения себестоимости, применение передовых методов обработки деталей машин современной организации производства, безотходных технологий и т. д.

1. ОБЩИЙ РАЗДЕЛ.

1.1 Описание конструкции и служебное назначение детали.

В описании детали даётся обоснование точности размеров, форм и расположения поверхностей детали. Указывается химический состав и механические свойства материала. Сведения о служебном назначении детали студент поручает на производстве, откуда заимствован чертёж детали.

После описания приводят таблицу с указанием химического состава и механических свойств материала детали.

1.2 Технологический контроль чертежа детали и анализ детали на технологичность.

При анализе чертежа необходимо:

- внимательно прочитать чертёж;
- выявить достаточность для чтения чертежа изображённых видов проекций;
- нечётко изображённые элементы исправить, уточнить;
- выявить достаточность для чтения и понимания чертежа разрезов и сечений;
- проверить правильность нанесения и достаточность исполнительных размеров;
- проверить правильность указанных на чертеже допусков по ЕСДП
- проверить соответствие изображения всех элементов детали требованиям ЕСКД;
- проверить правильность указанных на чертеже шероховатости по ЕСКД.

Анализ технологичности обеспечивает улучшение технико-экономических показателей разрабатываемого техпроцесса.

Анализ технологичности проводят в следующей последовательности:

- 1.2.1. Проанализировать возможность упрощения конструкции детали.
- 1.2.2. Установить возможность применения высокопроизводительных способов обработки.
- 1.2.3. Определить целесообразность назначения протяжённости и размеров обрабатываемых поверхностей, труднодоступные для обработки места.
- 1.2.4. Определить технологическую увязку размеров, оговоренных допусками с шероховатостью.
- 1.2.5. Увязать указанные на чертежах отклонения размеров, шероховатость, отклонения по геометрической форме и взаимному расположению поверхностей с геометрическими погрешностями станков.
- 1.2.6. Определить возможность измерения заданных размеров.
- 1.2.7. Определить поверхности, используемые при назначении баз.
- 1.2.8. Определить необходимость дополнительных технологических операций.
- 1.2.9. Проанализировать возможность выбора рационального метода получения заготовки.
- 1.2.10. Предусмотреть в конструкциях деталей, подвергающихся термической обработке, конструктивные элементы, уменьшающие коробление и определить, правильно ли выбраны материалы с учётом термической обработки.

С целью упрощения анализа технологически возможно использовать рекомендации 2, 3.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.2. Определение типа производства

Согласно ГОСТа 3.1108-74 тип производства определяется:

- коэффициентом закрепления операции: $K_{зо} = \frac{O}{P}$, где

O - число различных операций;

P - число рабочих мест.

В массовом и крупносерийном производстве:

$$1 = K_{30} < 10;$$

в среднесерийном $10 \leq K_{30} < 20$;

в мелкосерийном $20 \leq K_{30} < 40$,

- табличным методом с учётом годовой программы выпуска деталей

Тип производства	Годовая программа выпуска деталей N_B		
	Масса детали		
	>100 кг	10...100 кг	менее 10 кг
индивидуальное	до 5	до 10	до 100
мелкосерийное	5–100	10–200	100–500
серийное	100–300	200–500	500–5000
крупносерийное	300–1000	500–5000	5000–50000
массовое	более 1000	более 5000	более 50000

Тип производства влияет на выбор оборудования, приспособлений, режущего и измерительного инструментов. В массовом производстве, где оборудование полностью загружено изготовлением однотипных деталей и $K_{30} = 1$, используются автоматические линии и станки, специальные приспособления, измерительные и режущие инструменты.

В крупносерийном производстве должны преобладать полуавтоматические и автоматические станки и приспособления.

В среднесерийном производстве и мелкосерийном производстве преобладают универсальные станки, оснащённые специализированными приспособлениями. Используются также специализированные станки, станки с ЧПУ и промышленные роботы.

2.2. Выбор вида и метода получения заготовки. Экономические обоснования выбора заготовки

Выбор метода получения заготовки производится путём сравнения различных показателей, главными из которых являются себестоимость заготовок, полученных различными методами (не менее 2) и коэффициент использования материала.

$$K_{им} = \frac{D_d}{D_3}, \text{ где}$$

$K_{им}$ - коэффициент использования материала;

D_d - масса готовой детали, кг;

D_3 - масса заготовки, кг.

Подробно методика выбора метода получения заготовки, определение припусков, размеров, массы, себестоимости заготовки приводится в методических указаниях [7] и [3]. В приложении 4 приводятся формулы и таблицы для определения себестоимости заготовок.

2.3. Выбор и обоснование технологических баз.

Базирование необходимо на всех стадиях создания изделия: конструировании, изготовлении, измерении, сборке.

Для обеспечения наибольшей точности обрабатываемой детали всегда стремятся к тому, чтобы конструкторская, технологическая и измерительная базы представляли собой одну и ту же поверхность детали (принцип совмещения баз).

2.3.1. Выбор баз для черновой обработки

Черновые базы можно использовать только на первой операции. При дальнейшей обработке этого не допускается.

В качестве технологических баз следует принимать поверхности достаточных размеров, что обеспечивает большую точность базирования и закрепления детали в приспособлении, эти поверхности должны иметь более высокий квалитет точности, наименьшую шероховатость, не иметь литейных прибылей, литников, окалины и других дефектов.

У деталей, не подвергающихся полной обработке, за технологические базы для первой операции рекомендуется принимать поверхности, которые вообще не обрабатываются.

Если у заготовок обрабатываются все поверхности, в качестве технологических баз для первой операции целесообразно принимать поверхности с наименьшими припусками.

База для первой операции должна выбираться с учётом обеспечения лучших условий обработки поверхностей, принимаемых в дальнейшем в качестве технологических баз.

2.3.2. Выбор баз для чистовой обработки

При выборе баз следует иметь в виду, что наибольшая точность обработки достигается при условии использования на всех операциях механической обработки одних и тех же базовых поверхностей, т.е. соблюдение единства баз.

Рекомендуется также соблюдать принцип совмещения баз, согласно которому в качестве технологических базовых поверхностей используют конструкторские и измерительные базы. При совмещении установочной технологической базы и измерительной погрешность базирования равна нулю.

Базы для окончательной обработки должны иметь наибольшую точность измерения и геометрической формы, а также наименьшую шероховатость поверхности. Они не должны деформироваться под действием сил резания и зажима.

Выбранные технологические базы должны совместно с зажимным устройством обеспечить надёжное, прочное крепление детали и неизменность её положения во время обработки.

Принятые базы и метод базирования должны определить более простую и надёжную конструкцию приспособления, удобство установки и снятия обрабатываемой детали.

2.4. Разработка маршрута механической обработки детали с выбором оборудования и станочных приспособлений

При составлении технологического маршрута необходимо использовать следующие общие правила:

- операции должны быть одинаковыми и кратными по трудоёмкости;

- каждая последующая операция должна уменьшать погрешности и улучшать качество поверхности;
- в первую очередь следует обрабатывать поверхность, которая будет служить базой для последующих операций;
- в целях своевременного выявления брака по раковинам и другим эффектам необходимо предусматривать первоначальную обработку поверхностей, на которых не допускаются дефекты;
- обработку сложных поверхностей, нуждающихся в особой наладке, следует выделять в отдельные операции;
- черновую и чистовую обработки заготовок со значительными припусками необходимо выделять в отдельные операции;
- отделочные операции производить в конце техпроцесса;
- отверстия нужно сверлить в конце техпроцесса, кроме случаев, когда они служат базой для установки;
- при окончательной обработке не включать переходы, нуждающиеся в повороте резцедержателя или револьверной головки;
- обработку поверхностей с точным взаимным расположением следует включать в одну операцию и выполнять за одно закрепление заготовки;
- обработку ступенчатых поверхностей выполнять в последовательности, при которой общая длина рабочего хода инструмента будет наименьшей;
- переходы и операции располагать так, чтобы путь менее стойких режущих инструментов был наименьшим;
- при обработке отверстий следует избегать объединения в одной операции таких операций, как сверление и растачивание;
- последовательность обработки должны обеспечивать требуемое качество выполнения детали. Например, при обработке тонкостенной втулки вначале необходимо расточить отверстие, а затем обточить наружную поверхность на оправке, фаски снимать перед окончательной обработкой точных поверхностей;
- число применяемых в операции резцов не должно превышать числа одновременно закрепляемых в резцедержателе;
- совмещение черновых и чистовых операций на одном станке не рекомендуется, так как снижается точность обработки;
- в первую очередь следует обрабатывать поверхности, при удалении припуска с которых в наименьшей степени снижается жёсткость заготовки;
- название операции взять из ГОСТа 3.1702-79 прил. 1;
- присвоить ей номер из ГОСТа 3.1702-79.

Выбор оборудования произвести, пользуясь следующими общими принципами:

- по своему техническому уровню он должен соответствовать типу производства;
- по допустимому максимальному размеру обработки детали следует исходить из того, что станок должен использовать 70-80 % номинальной мощности привода;
- по возможности обеспечения выполнения заданных технических условий;
- по обеспечению наибольшей производительности;
- по возможно наименьшей себестоимости станка;
- по реальности его приобретения.

Из двух сравниваемых станков выбирается тот, который обеспечит наименьшую себестоимость и трудоёмкость. Это сравнение допускается делать путём интуитивного заключения, без расчётов.

При выборе технологической оснастки следует по возможности принять наиболее быстродействующие автоматизированные приспособления. Желательно применять стандартные или унифицированные приспособления.

2.5. Разбивка операций на технологические переходы и рабочие ходы

При проектировании необходимо:

- сформулировать содержание перехода, присвоить ему номер, соответствующий номеру режущего инструмента;
- сделать запись с указанием номера обрабатываемой поверхности;
- проставить порядковые номера режущих инструментов на эскизе детали данной операции;
- пользоваться полной записью переходов по ГОСТ 3.1709-79.

Сокращённую запись переходов можно использовать в единичном или мелкосерийном производстве. Более подробно разбивку операций на переходы взять в [8].

2.6. Выбор режущего, вспомогательного и измерительного инструментов на операции техпроцессов

Конструкция и размеры режущего инструмента для заданной операции зависят от вида обработки, размеров обрабатываемых поверхностей, свойств материала заготовки, требуемой точности обработки и шероховатости обрабатываемой поверхности.

Основные виды режущего инструмента стандартизованы, поэтому выбор режущего инструмента произвести в [1], [9].

Вспомогательный инструмент подбирают к станку по выбранному режущему инструменту для данного перехода операции техпроцесса в [1], [9].

Данные о вспомогательном инструменте записывают в соответствующие графы карт техпроцессов.

При выборе измерительных средств учитывают существующие организационно-технические формы контроля (сплошной или выборочный, приёмочный или контроль для управления точностью при изготовлении: ручной, механизированный и автоматический), тип производства, конструктивные характеристики измеряемых деталей (габаритные размеры, массу, расположение поверхностей, число контролируемых параметров и т.д.), точность изготовления деталей и другие технико-экономические факторы.

Выбор измерительных средств рекомендуется в [9].

2.7. Расчёт режимов резания

(на две разнохарактерные операции или переходы аналитически, на остальные - таблично)

Технологическое время зависит от правильного выбора режимов резания: глубины, подачи и скорости резания. Факторами, влияющими на выбор режимов резания, являются: материал, форма и жёсткость обрабатываемой заготовки, вид инструмента и материал режущей части, надёжность закрепления заготовки на станке, мощность станка.

Принятый режим резания должен полностью удовлетворять технологическим требованиям в отношении заданной шероховатости поверхности и точности обработки.

Пример назначения режимов резания

Назначение элементов режимов резания при точении производится в следующем порядке:

2.7.1. Глубина резания

При черновой обработке назначают по возможности максимальную глубину резания; при чистовой обработке - в зависимости от требований точности и шероховатости обработанной поверхности табл. 3.73; 3.79; 3.81; 3.82.

2.7.2. Подача

Рекомендуемая подача при черновом точении выбирается по табл. 12, или (5, с.22), карта Т-2.

После выбора величины подачи по справочнику, она корректируется по паспорту станка.

2.7.3. Скорость резания

Скорость резания определяется по формуле (аналитически):

$$v = \frac{C_v}{T^m * t^x * S_o^y} * k_v$$

Значения коэффициента C_v , показателей степени m , x , y приведены в (1, с. 269), табл. 17., где

T - стойкость режущего инструмента (при одноинструментальной обработке $T=30...60$ мин.)

Коэффициент K_v определяется:

$$K_v = K_m * K_u * K_n$$

Где:

K_m - коэффициент, учитывающий материал заготовки (1, с. 261.. .262), табл. 1..

4.

K_n - коэффициент, учитывающий материал режущей части инструмента (1, с. 263), табл. 6.

Скорость резания определяется по нормативам

$$v = v_{табл} * K_1 * K_2 * K_3, \text{ м/мин}$$

2.7.4 Частота вращения шпинделя станка

$$n = \frac{1000 * v}{\pi D} \text{ об/мин, где}$$

D - наибольший диаметр поверхности: при наружном точении принимаем наибольший диаметр заготовки, участвующий в обработке на данной операции, при растачивании - диаметр, полученный после обработки.

Частоту вращения шпинделя корректируем по паспорту станка (берётся ближайшее меньшее; большее значение принимаем, если оно не превышает 5 %).

2.7.5 Действительная скорость резания

$$v_d = \frac{\pi * D * n}{1000} \text{ м/мин}$$

При многоинструментальной обработке скорости резания определить для каждого режущего инструмента.

2.7.6 Определяем усилие резания по формуле (1, с. 271):

$P_z = C_p * t^x * S_o^y * v^n * K_p$ (для многоинструментальной наладки принимаем суммарную глубину резания). Постоянная C_p и показатели степени x , y , n для конкретных условий обработки приведены в (1, с. 273), табл. 22.

$$K_p = K_m * K_\phi * K_\gamma * K_\lambda * K_r$$

Значения коэффициентов приведены в (1, с. 275), табл. 23.

По нормативам (5, с. 35...36):

$$P_z = P_{табл} * K_1 * K_2$$

2.7.8 Определяем мощность, затрачиваемую на резание

$$N_{рез} = \frac{P_z * v_d}{60 * 1020} \text{ (кВт)}.$$

Мощность электродвигателя станка должна быть больше или, в крайнем случае, равна мощности, затрачиваемой на резание.

$N_{шп} \geq N_{рез}$, $N_{шп} = N_{э.д.} * \eta$, где η - к.п.д. станка, $N_{э.д.}$ – мощность электродвигателя привода станка

2.8 Расчёт норм времени

Одной из составных частей техпроцесса является определение норм времени на выполнение заданной работы.

Различают 3 метода нормирования:

- расчёт по нормативам;
- расчёт по укрупнённым нормативам;
- установление норм на основе изучения затрат рабочего времени.

В курсовом проекте расчёт норм времени предлагается выполнять по первому методу:

T_o - основное время - это время, затрачиваемое непосредственно на изготовление детали.

T_v - вспомогательное время - время, затрачиваемое непосредственно на различные вспомогательные действия рабочего, непосредственно связанные с основной работой (установка, закрепление и снятие детали, пуск и остановка станка, измерения, изменения режимов работы и т.п.).

$T_{оп}$ - оперативное время - сумма основного и вспомогательного времени.

$T_{обс}$ - время обслуживания рабочего места.

$T_{отд}$ - время на отдых и естественные надобности.

$T_{шт} = T_o + T_v + T_{обс} + T_{отд}$ - штучное время.

$T_{шт} = T_{шт} + T_{пз/п}$ - штучно-калькуляционное время.

$T_{пз}$ - подготовительно-заключительное время.

Расчёт норм времени предлагается выполнять по методике

Формулы для расчёта основного времени предлагаются

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Рабочий чертёж детали (как и остальные чертежи) выполняется в масштабе 1:1 на формате А1 и в зависимости от габаритов детали может быть занят весь лист или часть листа. Если чертёж детали занимает часть листа формата А1, то лист разделяют на соответствующие форматы рамками по стандарту СЭВ 14-74. При этом следует иметь в виду, что основная надпись (угловой штамп) располагается в нижнем правом углу вдоль широкой стороны формата. Для того, чтобы все чертежи, помещённые на одном листе были выполнены в одном ракурсе, необходимо заранее, до начала графических работ, согласовать с руководителем курсового проекта компоновку всех чертежей проекта. Располагая изображение чертежа детали, следует оставить свободным место над основной надписью для размещения текста технических требований (условий). Заголовок "Технические требования" не пишется.

Пример содержания технических требований:

1. ТВЧ НРС 50...56.

2. Конусную поверхность проверять калибром на краску. Общая площадь окрашенных поверхностей не менее 70 %.
3. H14, h4± JT14/2, что означает неуказанные предельные отклонения размеров.
4. Маркировать: 60201.01.06.11.
5. Остальные технические требования по ГОСТ...

При выполнении рабочего чертежа детали следует обратить внимание на наличие указаний о точности и шероховатости всех поверхностей. Поверхности, выполненные с точностью до 13-го качества, обозначаются размером и условным обозначением поля допуска или отклонениями (напр., 50h12 или 50_{-0,25}).

В отношении поверхностей, выполненных грубее 13-го качества точности, делается запись над основной надписью "H14; h14; ±JT14/2". Эта запись заменяет ранее применяющуюся пространственную надпись "Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий H14, валов 14, остальных ± JT14/2".

Условные обозначения шероховатости поверхностей проставляются согласно стандартам ГОСТ 2.309-73 и СТ СЭВ 538-77, где предпочтительным является параметр Ra. На чертежах следует заменить параметры Rz и другие на Ra.

Часть поверхностей не обрабатывается резанием и остаётся в таком виде, в каком они находились после заготовительных операций (литья, штамповки, проката и др.). Если эти поверхности составляют большинство, то величина их шероховатости проставляется в верхнем углу чертежа, на самих поверхностях никаких знаков шероховатости не проставляют.

Если этих поверхностей значительно меньше, чем обрабатываемых резанием с одинаковой величиной шероховатости, то на необрабатываемых поверхностях проставляют знаки шероховатости, например 1,25, а шероховатость большинства обрабатываемых поверхностей с одинаковым значением проставляется в верхнем правом углу.

Сказанное выше можно сформулировать так: следует стремиться к тому, чтобы на чертеже детали обозначение точности и шероховатости большинства поверхностей с одинаковым значением качеств точности и шероховатости поверхности вынести за пределы изображения чертежа.

Точность формы и расположение поверхностей обозначают условными знаками по ГОСТ 2.308-79 в случае, когда допуски формы и расположения меньше, чем допуски на изготовление этих поверхностей.

Следует избегать записи текстом в технических условиях о допусках формы и расположения поверхностей. Однако, если такая необходимость возникнет, то текст должен соответствовать примерам, приведённым в ГОСТ 2.306-79, например: допуск радиального биения поверхности А относительно общей оси поверхностей Г и Д -0,01 мм, допуск цилиндричности (округлости) поверхности Б - 0,03 мм, допуск плоскостности (прямолинейности) поверхности В - 0,05 мм на площади 100*100 мм.

Во всех приведённых примерах буквами А, Б, В обозначаются поверхности на чертеже с помощью выносных линий, заканчивающихся стрелками, упирающимися в поверхности, о которых идёт речь.

В верхнем левом углу чертежа помещают рамку (14x70 мм), где проставляют номер чертежа в соответствии с заводским номером или общесоюзным классификатором. Номер ставится повернутым на 180 градусов относительно основной надписи.

Рабочий чертёж заготовки оформляется в соответствии с ГОСТ 7505-74 для штамповок, ГОСТ 2.423-73 на литье и др.

Так как ГОСТ 2.423-73 допускает выполнение чертежа заготовки, полученной литьём, на копии чертежа детали, то при изготовлении корпусных деталей больших

размеров можно выполнять совмещённый чертёж детали и заготовки. Это сокращает объём графической части проекта.

Для мелких корпусных деталей, получаемых литьём в кокиль, по выплавляемым моделям, в корковые формы и т.д. методом, заготовку следует чертить отдельно от детали.

Чертежи заготовок выполняются сплошными линиями (1.. 2,5 мм) с учётом штамповочных и литейных уклонов и радиусов. Уклоны выполняются такой величины, чтобы они были заметны, и чётко просматривалась плоскость разъёма. Контур готовой детали вписывается в контур заготовки тонкой штрихпунктирной линией. На чертеже проставляются размеры, отклонения и величины припусков заготовки, кроме того, приводится текст технических требований, который помещается над основной надписью (угловым штампом), шероховатость поверхностей - в правом углу.

Примеры содержания технических требований:

1. На чертеже поковки (штамповки).
 - 1.1. Точность изготовления 11 класс ГОСТ 7505-74.
 - 1.2. Штамповочные уклоны 5 и 7 градусов.
 - 1.3. Неуказанные радиусы закруглений 3 мм.
 - 1.4. Неуказанные отклонения размеров $\pm 2,2$ мм.
 - 1.5. Остальные технические требования по ГОСТ 8479-70.
2. На чертеже заготовки, полученной литьём.
 - 2.1. Требования к отливке по ССТ НТ21 -2-76.
 - 2.2. Класс точности литья - 3, группа "а".
 - 2.3. Категория поверхностей - 2.
 - 2.4. Неуказанные литейные радиусы 3... 5 мм.
 - 2.5. Раковины, пустоты не допускаются.
 - 2.6. Покрытие механически необрабатываемых поверхностей - эмаль НЦ-256 серосеребристая ТУ-10-1191-73.

Карты эскизов.

Карта эскизов является графической иллюстрацией к маршрутным и операционным картам технологического процесса. В проекте выполняются 3 разновидности карт эскизов:

1. Карта эскизов с изображением чертежа детали, на котором все поверхности (размеры) снабжаются номерами. Рекомендуется начать с левого верхнего размера поверхности и далее в направлении движения часовой стрелки. Эта карта эскизов является основанием для расчёта коэффициентов, определяющих показатели технологичности конструкции детали, а также маршрутного описания технологического процесса в пояснительной записке.
2. Карта эскизов, иллюстрирующая содержание выполняемой операции (операционный эскиз). На картах эскизов, выполненных на операционных картах или отдельно, опоры и зажимы приспособления показываются условно по ГОСТ 3.1107-81.
3. Карты эскизов, выполняемых на две операции, представляющие эскизы наладок с изображением конструктивных элементов приспособления для установки и крепления обрабатываемой детали, режущего инструмента в положении окончательной обработки и др.

Согласно ГОСТ 3.1104-81 карты эскизов выполняются без соблюдения масштаба (но с соблюдением пропорций), деталь ставится в положение соответствующее по-

ложению на станке при обработке. Обрабатываемая поверхность выделяется утолщённой линией (3 мм) чёрного или другого цвета. Проставляются размеры и их точность, шероховатость и другие технические требования.

Если одна поверхность последовательно обрабатывается несколькими инструментами, и её размеры меняются, а на карте эскиза указывается один размер, полученный при последнем переходе, то в содержании перехода указывается размер, который получается на каждом переходе ("зенкеровать отв. 4 выдерживая диаметр 37, 8H10"). Размер, получающийся на последнем переходе, в таблице не указывается ("развернуть отв. 4").

ПРАВИЛА ЗАПИСИ ОПЕРАЦИЙ И ПЕРЕХОДОВ ОБРАБОТКА РЕЗАНИЕМ, ГОСТ 3.1702 – 79

1. Настоящий стандарт устанавливает правила записи технологических операций и переходов обработки резанием. Правила распространяются на все виды обработки резанием. Допускаются распространение требований настоящего стандарта на запись операций и переходов в технологических процессах обработки из древесины, резины, пластмасс и т. д.
2. Наименование операций обработки резанием должно отражать применяемый вид оборудования и записываться именем прилагательным в именительном падеже.
3. Наименование операции следует записывать в соответствии с обязательными приложениями 1 и 2.
4. При разработке технологических процессов, которые включают помимо операций обработки резанием прочие операции, разработчик обязан руководствоваться соответствующими нормативно-техническими документами.
5. Запись содержания операций следует применять в единичном и опытном производстве на соответствующих формах маршрутных карт.
6. Маршрутное описание содержания операции следует применять в единичном порядке и опытном производстве на соответствующих формах маршрутных карт.
7. Операционное описание содержания операции следует применять в серийном и массовом производстве. Допускается применять операционное описание отдельных операций в единичном и опытном производстве.
8. В содержании операций должны быть все необходимые действия, выполняемые в технологической последовательности исполнителем или исполнителями по обработке изделий или их составных частей на одном рабочем месте. В случае выполнения на данном рабочем месте прочих видов работ (кроме обработки резанием), выполняемых другими исполнителями, их действия также следует отражать в содержании операции. Например, при участии в выполнении операции исполнителей, осуществляющих технический контроль установки или измерение параметров обрабатываемого изделия, в тексте содержания операции следует указать: "Контроль ОТК", "Проверить выполнение пер. 1" и т. п.
9. При разработке документов следует отражать все необходимые требования и средства, обеспечивающие безопасность труда во время обработки. Запись информации и оформление документов следует выполнять в соответствии с требованиями нормативно-технических документов системы стандартов безопасности труда (ССБТ).
10. В содержании операции (перехода) должно быть включено: ключевое слово, характеризующее метод обработки, выраженное глаголом в неопределённой форме (например, точить, сверлить, фрезеровать и т. д.); наименование обрабаты-

ваемой поверхности, конструктивных элементов или предметов производства (например, цилиндр, заготовка и т. п.); информация по размерам или их условным обозначениям; дополнительная информация, характеризующая количество одновременно или последовательно обрабатываемых деталей, характер обработки (например, предварительно, одновременно, по копиру и т. п.).

11. Порядок формирования записи содержания операции маршрутного описания можно условно выразить в виде следующего кода:

Вид обработки XXXXXX

Дополнительная информация

Дополнительная информация

Условное обозначение размеров и конструктивных элементов

Наименование предметов производства, обрабатываемых поверхностей и конструктивных элементов

Дополнительная информация

Дополнительная информация

Ключевое слово (приложение В)

12. При записи содержания операции допускается полная или сокращённая форма записи.

13. Полную запись содержания следует выполнять при отсутствии графических изображений и для комплексного отражения всех действий; выполняемых исполнителем или исполнителями. В этом случае следует указывать дополнительную информацию по п. 11 настоящего стандарта.

14. Сокращённую запись следует выполнять при наличии графических изображений, которые достаточно полно отражают всю необходимую информацию по обработке резанием. В этом случае в записи содержания переходов можно условно выразить в виде следующего кода:

Вид обработки XXXXXX

Условное обозначение размеров и конструктивных элементов

Наименование предметов производства, обрабатываемых поверхностей, конструктивных элементов

Ключевое слово (приложение В)

15. При записи содержания перехода допускается полная или сокращённая форма записи.

16. Полную запись следует выполнять при необходимости перечисления всех выдерживаемых размеров. Данная запись характерна для промежуточных переходов, не имеющих графических иллюстраций. В этом случае в записи содержания перехода следует указывать исполнительные размеры с их предельными отклонениями. Например, "Точить поверхность, выдерживая диаметр $40-0,34$ и $f = 100 \pm 0,6$ ".

17. Сокращённую запись следует выполнять при условии ссылки на условное обозначение конструктивного элемента обрабатываемого изделия. Данная запись выполняется при достаточной графической информации. Например, "Точить канавку 1".

18. Допускается в записи содержания перехода применять дополнительную информацию по рекомендуемому приложению 4. Порядок записи дополнительной информации в этом случае должен соответствовать п. 11 настоящего стандарта.

19. Запись содержания перехода следует выполнять в соответствии с рекомендуемым приложением 7.

20. Запись вспомогательных переходов следует выполнять в соответствии с указанными выше правилами для технологических переходов. Выбор ключевых слов следует производить по обязательному приложению 3 (начиная с условного кода 0). Запись вспомогательных переходов допускается не выполнять:
- при маршрутном описании технологических операций;
 - при операционном описании и применении карты эскизов или соответствующих операционных карт, имеющих место для графического изображения обрабатываемой заготовки с указанием условных обозначений применяемых баз и опор.

При соблюдении указанных требований разработчик обязан заполнить соответствующие графы в документах, предусматривающих запись вспомогательного времени.

Примечание: Требования данного пункта не распространяются на запись вспомогательных переходов, предусматривающих переустановку заготовок (деталей) при отсутствии графических изображений и условных обозначений, применяемых баз и опор. В данном случае следует выполнять соответствующую запись. Например: "Переустановить и закрепить деталь".

21. Установление полной или сокращённой записи содержания операции (перехода) для каждого случая определяется разработчиком документов.
22. В записи операции или перехода не рекомендуется указывать шероховатость обрабатываемых поверхностей. Разработчиком документов такая информация используется при маршрутном описании из конструктивного документа, а при операционном описании указывается на КЭ или ОК, имеющий зону для графической иллюстрации. Допускается в тексте указывать информацию о шероховатости поверхности, если она относится к предварительно обрабатываемым поверхностям и не может быть указана на КЭ или ОК.
23. При текстовой записи информации в документах следует применять допускаемые сокращения слов и словосочетаний в соответствии с рекомендуемыми приложениями 4, 5, 8.
24. При формировании записи содержания операции (перехода) необходимо стремиться к оптимизации информации.
25. При работе с обязательным приложением 3 и рекомендуемыми приложениями 4...6 следует руководствоваться требованиями пп. 27.. .34.
26. При маршрутном описании операции в дополнение к п. 11 настоящего стандарта допускается указывать по обязательному приложению В в одном предложении несколько ключевых слов, характеризующих последовательность обработки изделия в данной операции (смотрите пример сокращённой записи содержания к п. 14 настоящего стандарта).
27. Дополнительная информация при записи операций и переходов выбирается разработчиком документов.
28. Дополнительная информация применяется при уточнении названия обрабатываемой поверхности или конструктивного элемента. Например: "Фрезеровать криволинейную поверхность 1".
29. Дополнительная информация применяется только при необходимости указания количества последовательно или одновременно обрабатываемых поверхностей или конструктивных элементов. Например: "Фрезеровать криволинейную поверхность 1".
30. Дополнительная информация применяется при маршрутном описании операции для указания заключительных действий. Например: Точить поверхность, вы-

выдерживая размеры диаметр $40_{-0,34}$; диаметр $20_{-0,24}$; диаметр $40^{+0,2}$; $l_1=40^{+0,2}$; $l_2=60^{+0,4}$; $l_3=1,5$.

31. Дополнительная информация применяется в следующих случаях: "Согласно чертежу" или "Согласно эскизу" - при неполном изложении информации в текстовой записи. Ссылка на указанные документы должна расширять требования по выполнению операции или перехода с указанием в них дополнительных требований, размеров, особых указаний. Например: "Протянуть поверхность 1 согласно эскизу"; "Предварительно" или "Окончательно" - при предварительной или окончательной обработке поверхности или конструктивных элементов. Допускается для действий исполнителя, связанных с окончательной обработкой изделия и получением соответствующих размеров, согласно, документов, термин "Окончательно" не указывать. Например: "Точить поверхности 1, 2, 3, 4 предварительно"; "Точить поверхности 1, 2, 3, 4"; "Последовательно" или "Одновременно" - при последовательной или одновременной обработке поверхностей или конструктивных элементов; "По копиру"; "По программе"; "С подрезкой торца"; "По разметке" - при маршрутном изложении технологических операций.
32. Допускается в записи перехода указывать условное обозначение размеров и не обводить их знаком окружности. Например: "Шлифовать поверхность, выдерживая размеры 1, 2, 3"; при заполнении документов рукописным способом - вместо условного обозначения Д применять Ø; не указывать условные обозначения длины, ширины, фаски. Например: "Расточить поверхность, выдерживая размеры Ø $100_{-0,24}$; $40^{\pm 0,2}$ и $1,5 \times 45^\circ$ ".
33. Информацию, не вошедшую в приложения, допускается устанавливать в отраслевых стандартах.

ПРИЛОЖЕНИЕ "А"

ГРУППЫ ОПЕРАЦИЙ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ

№ группы операций	Наименование группы операций	Применяемое оборудование (станки)
01	Автоматно-линейная	Автоматные линии
02	Агрегатная	Агрегатные
03	Долбёжная	Долбёжные
04	Зубообрабатывающая	Зубофрезерные, зубострогательные, зубошлифовальные и др
05	Комбинированная	Сверлильно-фрезерные и др.
06	Отделочная	Хонинговальные, доводочные, полировальные
07	Программная	Станки с программным управлением
08	Отрезная	Отрезные
09	Протяжная	Протяжные
10	Расточная	Расточные
11	Резьбонарезная	Гайконарезные, резьбофрезерные
12	Сверлильная	Сверлильные
13	Строгальная	Строгальные
14	Токарная	Токарные, токарно-винторезные, многогорезцовые и др
15	Фрезерная	Фрезерная (кроме зубофрезерных и резьбофрезерных)
16	Шлифовальная	Шлифовальные (кроме зубошлифовальных)

ПРИЛОЖЕНИЕ "Б"

ОПЕРАЦИИ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ

Номер		Наименование операций	Номер		Наименование операций
Операция	Группа операций		Операция	Группа операций	
01	01	Автоматно-линейная	03	03	Долбёжная
02	02	Агрегатная	04	04	Зубодолбёжная
05	04	Зубозакругляющая	49	11	Резьбонакатная
06	04	Зубонакатная	50	12	Вертикально-сверлильная
07	04	Зубообкатывающая			
08	04	Зубоприрабатывающая	51	12	Горизонтально-сверлильная
09	04	Зубопритирочная			
10	04	Зубопротяжная	51	12	Координатно-сверлильная
11	04	Зубострогальная			
12	04	Зуботокарная	53	12	Радиально-сверлильная
13	04	Зубофрезерная	54	12	Сверлильно-центровальная
14	04	Зубохонинговальная			
15	04	Зубошвеннговальная	55	13	Поперечно-строгательная

16	04	Зубошлифовальная	56	13	Продольно-строгательная
17	04	Специальная-зубообработыв.	57	14	Автоматная токарная
			58	14	Вальцетокарная
18	04	Шлиценакатная	59	14	Лоботокарная
19	04	Шлицестрогальная	60	14	Резьботокарная
20	04	Шлицефрезерная	61	14	Специальная токарная
21	05	Комбинированная	62	14	Токарно-бесцентровая
22	06	Виброабразивная	63	14	Токарно-винторезная
23	06	Галтовка	64	14	Токарно-затыловочная
24	06	Доводочная	65	14	Токарно-карусельная
25	06	Опиловочная	66	14	Токарно-копировальная
26	06	Полировальная	67	14	Токарно-револьверная
27	06	Притирочная	68	14	Торцеподрезная- центровальная
28	06	Суперфинишная			
29	06	Хонинговальная	69	15	Барабанно-фрезерная
30	07	Абразивно-отрезная	70	15	Вертикально-фрезерная
31	07	Ленточно-отрезная	71	15	Горизонтально-фрезерная
32	07	Ножовочно-отрезная			
33	07	Пило-отрезная	72	15	Гравировально-фрезерная
34	07	Токарно-отрезная			
35	07	Фрезерно-отрезная	73	15	Карусельно-фрезерная
36	08	Расточная с ЧПУ	74	15	Копировально-фрезерная
37	08	Сверлильная с ЧПУ			
38	08	Токарная с СПУ	75	15	Продольно-фрезерная
39	08	Фрезерная с ЧПУ	76	11	Резьбофрезерная
40	08	Шлифовальная с ЧПУ	77	15	Специальная фрезерная
41	09	Вертикально-протяжная	78	15	Универсально-фрезерная
42	09	Горизонтально-протяжная	79	15	Фрезерно-центровальная
43	10	Алмазно-расточная			
44	10	Вертикально-расточная	80	15	Шпоночно-фрезерная
45	10	Горизонтально-расточная	81	16	Бесцентрово-шлифовальная
46	1011	Координатно-расточная	82	16	Вальцешлифовальная
47	11	Болтонарезная	83	16	Внутришлифовальная
48	11	Гайконарезная	84	16	Заточная
85	16	Карусельно-шлифовальная	91	16	Резьбошлифовальная
86	16	Координатно-шлифовальная	92	16	Торцешлифовальная
87	16	Круглошлифовальная	93	16	Центрошлифовальная
88	16	Ленточно-шлифовальная	94	16	Шлифовальная специальная
89	16	Обдирочно-шлифовальная	95	16	Шлифовально-затыловочная
90	16	Плоскошлифовальная	96	16	Шлицешлифовальная


Примечание:

Допускается использовать сокращённую форму записи, применяя наименование группы операций в соответствии с обязательным приложением А

Допускается вносить код операции по классификатору технологических операций в машиностроении и приборостроении и не указывать наименование соответствующей операции.

ТЕРМИНОЛОГИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПЕРЕХОДОВ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ

Наименование операции	Содержание перехода
Вспомогательные переходы	<p>Установить деталь. Установить деталь, закрепить, снять. Снять деталь. Установить деталь, выверить, закрепить. Подать пруток до упора. Закрепить. Снять остаток. Запрессовать деталь на оправку. Открепить деталь. Переустановить деталь, закрепить. Выдвинуть пруток на длину. Перезакрепить деталь. Поджать центром. Установить расточную оправку. Выверить оправку по приспособлению. Установить накладной кондуктор. Откинуть кондукторную плиту. Повернуть кондуктор с деталью на угол.... Переустановить деталь в кондукторе. Закрепить. Повернуть стол с деталью на угол.... Снять кондуктор. Уложить деталь в тару. Повторить переходы...</p>
Токарные операции	<p>Точить поверхность в размер 1 на проход. Точить поверхность в размер 1 и 2 . Точить фасонную поверхность в размеры 1,2 и 3. Точить поверхность с подрезкой торца в размеры 1.2. Точить поверхность с образованием фаски в размеры в размеры 1,2,3. Одновременно точить и поверхностей в размеры 1,2,3 и 4. Точить галтель /радиус/ в размер 1. Точить фаску в размер 1. Точить конус в размеры 1,2,3,4. Точить сферу в размер 1. Точить шейку под люнет в размеры 1,2,3. Накатать сетчатое рифление в размер 1 по ГОСТ.*... Накатать прямое рифление в размер 1 по ГОСТ.... Нарезать профиль червяка, выдержать размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Подрезать торец начисто (только для заготовок из прутка). Подрезать торец в размер 1. Подрезать торец буртика в размер 1. Проточить риску в размеры 1, 2, 3. Подрезать торец с проточной канавки в размеры 1,2,3. Проточить канавку в размеры 1, 2, 3. Проточить торцевую канавку в размеры 1, 2, 3. Проточить спиральную канавку в размеры 1, 2, 3. Проточить радиусную канавку в размеры 1,2,3. Нарезать резьбу в размер 1 на проход. Нарезать резьбу в размеры 1, 2. Нарезать коническую резьбу в размер 1 по ГОСТ.... Накатать резьбу в размер 1 на проход. Накатать резьбу в размер 1, 2. Надрезать заготовку с образованием фаски в размеры 1, 2, 3. Разрезать заготовку на <i>n</i> деталей в размер 1. Отрезать временный центр в размер 1 .Отрезать деталь в размер 1. Центровать торец в размер 1. Центровать торец в размеры 1, 2, 3. Править центровое отверстие в размеры 1, 2. Сверлить отверстие в размер 1 на проход. Сверлить отверстие в размеры 1, 2. Рассверлить отверстие в размер 1 на проход. Рассверлить отверстие в размер 1 на проход. Рассверлить отверстие, в размер 1 на проход. Рассверлить отверстие в размеры 1, 2. Зенкеровать отверстие в размер 1 на проход. Зенкеровать отверстие в размеры 1,2. Расточить отверстие в размер 1 на</p>

	<p>проход. Расточить отверстие в размеры 1, 2. Зенковать фаску в размер 1. Расточить фаску в размер 1. Расточить коническое отверстие в размеры 1, 2, 3 на проход. Расточить отверстие с подрезкой дна в размеры 1, 2. Подрезать дно в размер 1. Расточить канавку в размеры 1, 2, 3. Расточить выточку в размеры 1,2,3- Расточить сферу /радиус/ в размер Развернуть отверстие в размер 1 на проход. Развернуть отверстие в размеры 1,2. Развернуть коническое отверстие в размеры 1,2,3. Калибровать отверстие в размер 1. полировать поверхность до  Раскатать отверстие в размер 1. Обкатать отверстие в размер 1. Навить пружину в размеры 1,2,3. Отрубить пружину в размер 1.</p>
Сверлильные операции	<p>Центровать поверхность в размер 1. Центровать торец в размеры 1,2,3. Сверлить отверстие в размер 1 на проход. Сверлить отверстие в размер 1,2. Рассверлить отверстие в размер 1 на проход. Развернуть отверстие в размеры 1,2. Развернуть коническое отверстие в размеры 1,2,3. Зенковать фаску в размер 1. Расточить кольцевую канавку в размеры 1,2,3. Рассверлить отверстие в размеры 1,2. Зенкеровать отверстие в размеры 1,2. Зенковать отверстие в размеры 1,2,3. Зенкеровать выточку в размеры 1,2. Зенковать бобышку в размер 1. Зенковать внутреннюю бобышку в размер 1. Нарезать резьбу в размер 1 на проход. Нарезать резьбу в размер 1,2. Нарезать коническую резьбу в размер 1 по ГОСТ... Вырезать деталь в размер 1.</p>
Расточные операции	<p>Точить поверхность в размер 1 на проход. Точить поверхность в размеры 1, 2. Подрезать торец в размер 1. Фрезеровать поверхность в размер 1. Фрезеровать паз в размеры 1, 2, 3. Расточить отверстие с подрезкой дна в размеры 1,2. Зенкеровать отверстие в размер 1 на проход. Зенкеровать отверстие на размеры 1, 2. Развернуть отверстие в размер 1 на проход. Развернуть отверстие на размеры 1, 2. Расточить отверстие в размер 1 на проход. Расточить отверстие в размеры 1, 2. Расточить выточку в размеры 1, 2, 3. Расточить канавку в размеры 1, 2, 3. Расточить фаску в размер 1. Раскатать отверстие в размер 1 на проход. Нарезать резьбу в размер 1 на проход</p>
Фрезерные операции	<p>Фрезеровать поверхность в размер 1 на проход. Фрезеровать поверхности в размеры 1, 2. Фрезеровать уступ в размеры 1, 2. Фрезеровать паз в размеры 1, 2, 3. Фрезеровать фаску в размер 1. фрезеровать <i>n</i> поверхностей (торец, ребро и т.д.) в размеры 1, 2, 3, 4. фрезеровать шпоночный паз в размеры 1, 2, 3, 4. Фрезеровать шлиц в размеры 1, 2. Фрезеровать торец в размер 1. Фрезеровать торцы в размер 1. Фрезеровать паз "ласточкин хвост" в размеры 1, 2 (с одной стороны). Фрезеровать паз "ласточкин хвост" в размеры 1, 2, 3 (с другой стороны). Фрезеровать окно в размер 1, 2, 3. Фрезеровать гнездо в размеры 1, 2, 3, 4. Фрезеровать скос в размеры 1, 2. Фрезеровать ребро в размер 1. Фрезеровать шестигранник в</p>

	<p>размер 1. Фрезеровать квадрат в размер 1. Фрезеровать лыску в размер 1. Фрезеровать Т-образный паз в размеры 1, 2, 3, 4, 5. Фрезеровать неполные витки червяка на входе и выходе резца до 0,5 толщины (размер 1). Фрезеровать радиус в размер 1. Фрезеровать спиральную канавку в размеры 1, 2, 3. Разрезать деталь на ... штук в размер 1. Отрезать заготовку (деталь) в размер 1.</p>
Строгальные операции	<p>Строгать поверхность в размер 1. Строгать поверхности в размеры 1,2. Строгать уступ в размеры 1,2. Строгать паз в размеры 1, 2, 3. Строгать ребро в размер 1. Строгать канавку в размеры 1, 2, 3. Строгать фаску в размер 1. Строгать Т-образный паз в размеры 1, 2, 3, 4, 5. Строгать паз "ласточкин хвост" в размеры 1, 2 (с двух сторон).</p>
Долбёжные операции	<p>Долбить уступ в размеры 1, 2. Долбить паз в размеры 1, 2, 3. Долбить окно в размеры 1, 2, 3.</p>
Протяжные операции	<p>Протянуть отверстие в размер 1. Протянуть паз в размеры 1, 2. Протянуть шлицевое отверстие в размеры 1, 2, 3, 4. Протянуть окно в размеры 1, 2, 3. Протянуть поверхность в размер 1.</p>
Зубообрабатывающие операции	<p>Фрезеровать зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Долбить зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Протянуть зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Фрезеровать шлицы в размеры 1, 2, 3, 4. Шлифовать зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Хонинговать зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Притереть зубья, выдержав размеры и ТУ согласно таблице эскиза. Закруглить зубья в размер 1. Накатать резьбу в размер 1 на проход. Накатать резьбу в размеры 1, 2. Накатать рифления в размеры 1, 2, 3, 4, 5. Накатать шлицы в размеры 1, 2, 3, 4.</p>
Шлифовальные операции	<p>Шлифовать поверхность в размер 1. Шлифовать поверхность в размеры 1,2. Шлифовать поверхность и торец в размеры 1,2. Шлифовать галтель (радиус) в размер 1. Шлифовать канавку в размер 1. Шлифовать фаску в размер 1. Шлифовать конус в размеры 1, 2, 3, 4. Шлифовать сферу в размер 1. Шлифовать канавку в размеры 1, 2, 3. Шлифовать отверстие в размер 1, 2. Шлифовать коническое отверстие в размеры 1, 2, 3. Шлифовать дно в размеры 1, 2. Шлифовать фаску в размер 1. Шлифовать торец в размер 1. Шлифовать поверхность в размер 1 на проход. Шлифовать фаску в размер 1. Шлифовать уступ в размеры 1, 2. Шлифовать ребро в размер 1 на проход. Шлифовать паз в размеры 1, 2, 3. Шлифовать центровую фаску в размер 1. Шлифовать резьбу в размер 1 на проход. Шлифовать резьбу в размеры 1, 2. Шлифовать коническую резьбу в размер 1, по ГОСТ Шлифовать профиль <i>n</i> заходного червяка, выдержав размеры ТУ согласно таблице эскиза. Шлифовать радиус закругления по профилю червяка в размер 1. Шлифовать <i>n</i> шлицев в размеры 1,2,3,4.</p>

Отделочные операции	Хонинговать отверстие в размер 1 до . Суперфинишировать поверхность в размер 1 до . Суперфинишировать отверстие в размер 1 до . Полировать отверстие до . Полировать поверхность до .	✓ ✓ ✓ ✓
Разметочные операции	Проверить размеры заготовки. Разметить базовые плоскости, осевые линии, центры, контур детали.	
Слесарные операции	Зачистить заусеницы (для стали). Притупить острые кромки (для чугуна). Маркировать деталь согласно ТУ на изготовление. Клеймить деталь согласно ТУ на изготовление. Править деталь, выдержав прямолинейность. Запилить фаску. Выгнуть концы пружины. Заправить концы пружины. Зачистить остатки после отрезки. Отогнуть витки на торцах пружины. Подогнуть концы пружины.	
Балансировочные операции	Определить величину дисбаланса (согласно ТУ). Устранить дисбаланс по ТУ (сверлить отверстие и т. п.). Проверить правильность устранения дисбаланса.	

ПРИЛОЖЕНИЕ "Г"

ФОРМУЛЫ И ТАБЛИЦЫ ДЛЯ РАСЧЁТА СЕБЕСТОИМОСТИ ЗАГОТОВОК ПЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ЛИТЬЯ И ШТАМПОВКИ

Таблицы оптовых цен проката и отходов.

Расчёт себестоимости заготовок, полученных различными методами литья.

Расчёт себестоимости получения заготовки $C_{заг}$:

$C_{заг.л.} = C_{тл} * M_{заг.л.} / 1000 * K$, где

$C_{тл}$ - цена одной тонны, зависящая от метода литья, руб. (таблица № 1);

$M_{заг.л.}$ - масса заготовки, полученная методом литья;

$K = K_{п} * K_{с} * K_{к}$ - коэффициент, значение которого зависит от:

$K_{п}$ - программы выпуска или типа производства (таблица № 2);

$K_{м}$ - массы литья (таблица № 3);

$K_{с}$ - группы сложности литья (таблица № 4);

$K_{к}$ - марки чугуна и качества стали (таблица № 5).

Таблица № 1

ТАБЛИЦА ЗНАЧЕНИЙ $C_{тл}$

Метод литья	Материал		
	Серый чугун	Ковкий чугун	Низколегированное стальное литьё
	Цена за тонну $C_{тл}$, руб.		
В песчаную форму			
В оболочковую форму			
В кокиль			

Центробежное			
По выплавляемым моделям при массе литья: до 50 гр. 25100 до 50 гр. 18000 до 50 гр.			25100 18000 6000

Таблица № 2

ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ K_n

Тип производства	Значение K_n
Массовое	1
Крупносерийное	1,5
Среднесерийное	1,35
Мелкосерийное	1,55

Таблица № 3

ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ K_m

Материал литья	Масса литья, кг						
	До 1	1-5	6-10	11-50	51-200	201-500	501-1000
Чугун	1,1-1,8	1	0,95	0,86	0,75	0,65	0,57
Сталь	1,1-1,8	1	0,90	0,77	0,62	0,54	0,52

Таблица № 4

ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ K_c

Материал литья	Группы сложности			
	1	2	3	4
Сталь	0,65	1	1,4	2

Таблица № 5

ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ K_k ДЛЯ ЧУГУНА

СЧ00	СЧ20	СЧ30	СЧ35	СЧ40	СЧ45	СЧ55
0,80	0,83	1,00	1,05	1,18	1,23	1,28

Таблица № 6

ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ K_k ДЛЯ СТАЛИ

Углеродистая	Низколегированная	Легированная	Высоколегированная
0,97	0,2	0,1	0,2

ГРУППЫ СЛОЖНОСТИ ЛИТЬЯ

Литьё 1 группы сложности, получаемое литьём без стержней или с одним-двумя простыми стержнями, с незначительной поверхностью под механическую обработку или совсем без механической обработки.

Литьё 2 группы сложности, получаемое литьём с несложными стержнями в количестве 5 шт., имеет усиливающие рёбра, выступы без поверхности или с поверхностью под механическую обработку (рычаги).

Литьё 3 группы сложности, многостержневое с сочленением тонких длинных тел коробчатой формы, особо точных по размерам сложных конфигураций, с поверхностями сложных геометрических фигур (лопатки гидротурбин, станины прессов, рычаги и вилки).

Литьё 4 группы сложности, по конфигурации с пересекающимися криволинейными поверхностями, выступами и углублениями, затрудняющими выем модели с особо точными линейными размерами, равномерной плотностью металла (корпуса землесосов, гидравлические коробки нефтетурбовых установок, цилиндры для дизелей).

3. Расчёт себестоимости получения заготовки методом штамповки.

$$C_{заг.шт.} = \frac{C_{шт.} * M_{заг.шт.}}{1000} * K_n * K_M * K_c * K_k$$

где $C_{шт.}$ - стоимость одной тонны штамповки, зависящая от метода штамповки, кг;
 K_n, K_M, K_c, K_k - поправочные коэффициенты (таблицы № 7, 8, 9, 10).

Цена за тонну, руб. $C_{шт.} = 25500$.

Таблица № 7

ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ K_n

Тип производства	На молотах, горизонтально-ковочных машинах	На кривошипных машинах	На ротационных машинах
Массовое	0,8	0,65	
Крупносерийное	1,0	1,0	
Среднесерийное	1,4	1,2	0,8
Мелкосерийное	1,8	3,0	1,2

Таблица № 8

ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ K_M

Масса, кг.	До 2	2,1-15	15,2-60	61-250
K_M	1,2	1	0,9	0,82

Таблица № 9

ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ K_c

Группа сложности	1	2	3	4
K_c	0,85	1	1,15	1,40

ВЫБОР ГРУППЫ СЛОЖНОСТИ

Группа 1. Штамповки гладкие, прямоугольные, без выступающих частей (1-2 перехода штамповки).

Группа 2. Штамповки с незначительно меняющимися сечениями (3 перехода штамповки): валы, болты и др.

Группа 3. Штамповки, имеющие выступающие части или отверстия (4 перехо-

да

штамповки): зубчатые колёса, рычаги и др.
Группа 4. Штамповки сложной конфигурации (5 и более переходов штамповки):
вилки, рычаги и др.

Таблица № 10

ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ K_k ДЛЯ ШТАМПОВОК ИЗ СТАЛИ

Углеродистая	Низколегированная	Высоколегированная
0,85	1	1,5

3.1. Расчёт себестоимости заготовки, полученной из проката.

$$C_{заг.пр.} = \frac{C_{пр.} * M_{пр.}}{1000}$$

где $C_{пр.}$ - отпускные цены проката, руб.;
 $M_{пр.}$ - масса заготовки проката.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Делается вывод о разработке технологического процесса данной детали.....

Литература

Основные источники:

1. Заплатин В.Н., Сапожников Ю.И., Дубов А.В. Основы материаловедения (металлообработка). - М.: Издательский центр "Академия", 2017. - 272 с.
2. Зайцев С.А., Толстов А.Н. Технические измерения. - М.: Издательский центр "Академия", 2018. - 368 с.
3. Холодкова А.Г. Общие основы технологии металлообработки и работ на металлорежущих станках. - М.: Издательский центр "Академия", 2017. - 256 с.
4. Босинзон М.А. Разработка управляющих программ для станков с числовым управлением учебник для студентов учреждений СПО - М.: Издательский центр "Академия", 2017. - 384 с.
5. Ильянов А.Н. Технология машиностроения практикум и курсовое проектирование: учеб. пособие для студентов учреждений СПО. - 5 е изд. - М.: Издательский центр "Академия", 2017. - 423 с.
6. Феофанов А. Н. Участие в организации производственной деятельности структурного подразделения предприятий машиностроения: учебник

для учреждений сред. проф. образования. и др. - М.: Издательский центр "Академия", 2017. - 211 с.

7. Зайцев С.А., Толстов А.Н., Грибанов Д.Д., Куранов А.Д. Метрология, стандартизация и сертификация в машиностроении: учебник для студ. учреждения. сред. проф. образования. - М.: Издательский центр "Академия", 2017. - 288 с.

8. Ильянков А.И. Технология машиностроения: практикум и курсовое проектирование: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования /А.И. Ильянков. - 5-е изд., стер. - М.: Издательский центр "Академия", 2017. - 432 с.

9. Ильянков А.И. Технология машиностроения: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования/ А.И. Ильянков, В.Ю. Новиков. - М.: Издательский центр "Академия", 2018. - 352 с.

10. Завистовский С. Э. Технология машиностроения.: учебное пособие / С. Э. Завистовский. - Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2019. - 246 с. - ISBN 978-985-503-930-4. - Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROОбразование: [сайт]. - URL: <https://profspo.ru/books/94329> (дата обращения: 04.09.2020).

11. Соловей, И. А. Технология машиностроения. Практикум: учебное пособие / И. А. Соловей. - Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2017. - 112 с.- ISBN 978-985-503-708-9. - Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROОбразование: [сайт]. - URL: <https://profspo.ru/books/84898> (дата обращения: 05.09.2020).

12. Фещенко, В. Н. Токарная обработка: учебник / В. Н. Фещенко, Р. Х. Махмутов. - Москва: Инфра-Инженерия, 2018. - 460 с. - ISBN 978-5-9729-0131-9. -Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образова-

тельной среды СПО PROОбразование: [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/51737> (дата обращения: 30.07.2020).

Примерная тематика курсовых работ:

1. Разработка технологического процесса обработки детали « Корпус ввода » с годовым выпуском 8000 шт
2. Разработка технологического процесса обработки детали « Вал 2 » с годовым выпуском 8500 шт
3. Разработка технологического процесса обработки детали «Переходник M24xG1/2» с годовым выпуском 3500 шт
4. Разработка технологического процесса обработки детали « Переходник M27-M33 » с годовым выпуском 6500 шт
5. Разработка технологического процесса обработки детали « Вал 3 » с годовым выпуском 6000 шт
6. Разработка технологического процесса обработки детали « Ось D55 ступицы » с годовым выпуском 10000 шт
7. Разработка технологического процесса обработки детали « Ось » с годовым выпуском 10000 шт
8. Разработка технологического процесса обработки детали «Муфта 16x1,5» с годовым выпуском 9000 шт
9. Разработка технологического процесса обработки детали «Штуцер M36x2» с годовым выпуском 8000 шт
10. Разработка технологического процесса обработки детали « Втулка » с годовым выпуском 9000 шт
11. Разработка технологического процесса обработки детали «Золотник» с годовым выпуском 11000 шт
12. Разработка технологического процесса обработки детали «Опора» с годовым выпуском 3000 шт
13. Разработка технологического процесса обработки детали «Стержень» с годовым выпуском 2500 шт
14. Разработка технологического процесса обработки детали «Вал промежуточный» с годовым выпуском 6500 шт
15. Разработка технологического процесса обработки детали « Вал ведомый » с годовым выпуском 8000 шт
16. Разработка технологического процесса обработки детали « Концевик M39x1,5 » с годовым выпуском 7000 шт
17. Разработка технологического процесса обработки детали «Ступица D 49» с годовым выпуском 4500 шт

18. Разработка технологического процесса обработки детали « Вал » с годовым выпуском 9000 шт
19. Разработка технологического процесса обработки детали « Корпус » с годовым выпуском 7000 шт
20. Разработка технологического процесса обработки детали « Муфта » с годовым выпуском 6500 шт

ОБРАЗЕЦ 1

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ГЕОРГИЕВСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ «ИНТЕГРАЛ»

Отделение ИНДУСТРИАЛЬНЫХ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Специальность 15.02.08 Технология машиностроения
ГРУППА ТМ-91

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ ОП 08 ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

НА ТЕМУ: : _____

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

КП.15.02.08.(НОМЕР ПОИМЕНКИ) .2023

ВЫПОЛНИЛ СТУДЕНТ Ф.И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ: Ф.И.О.

КУРСОВАЯ РАБОТА ЗАЩИЩЕНА « _____ » _____ 2023 Г.

ОЦЕНКА _____

ГЕОРГИЕВСК 2023

ОБРАЗЕЦ 2

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ГЕОРГИЕВСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ «ИНТЕГРАЛ»

Отделение информационных и цифровых технологий

Специальность Технология машиностроения

Рассмотрено на заседании ПЦК Технология машиностроения и металлообработ-
ки

Протокол № ___ от «__» _____ 20 г.

З А Д А Н И Е

На курсовой (проект) работу по дисциплине Технология машиностроения

Для студента (ки) 15.02.08 курса группы

(Фамилия, имя, отчество)

1. Тема проекта (работы): «Разработка технологического процесс обработка детали «ось» с годовым выпуском 10000шт.

2. Исходные данные и основные требования Разработать маршрут обработки заданной детали, согласно которому выбрать всё необходимое оборудование и приспособления. Ось два отверстия, наружная резьба М18. Она изготавливается из Ст3 ГОСТ 380-94.

Список литературы 1. Ильянов А.Н. Технология машиностроения практикум и курсовое проектирование: учеб. пособие для студентов учреждений СПО. - 5 е изд. - М.: Издательский центр "Академия", 2017. - 423 с.

2. Ильянков А.И., Новиков В.Ю. Технология машиностроения: рактикум и курсовое проектирование.: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательский центр "Академия", 2016. - 432 с.

3. Зайцев С.А., Толстов А.Н. Технические измерения. - М.: Издательский центр "Академия", 2018. - 368 с.

4. Ильянков А.И. Технология машиностроения: практикум и курсовое проектирование: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования /А.И. Ильянков. - 5-е изд., стер. - М.: Издательский центр "Академия", 2017. - 432 с.

3. Объем проекта (работы) 25-30 листов формат А-4, Графическая часть 1-2 листов

4. Срок проектирования: до _____ 20 _____ года

Руководитель (проекта) работы _____ преподаватель

(подпись, должность, Ф.И.О)

Задание к выполнению принял(а) студент(ка) _____

подпись

Дата выдачи задания « ____ » _____ 20__ г.

ОБРАЗЕЦ 3

ОТЗЫВ

1. На курсовой проект Разработка технологического процесса обработки детали «Вал промежуточный» с годовым выпуском 6500 шт

студента 3 курса группы ТМ -01 отделения информационных и цифровых технологий,
Специальность 15.02.08 Технология машиностроения

(Ф.И.О.)

Объем курсового проекта:

Количество листов пояснительной записки: 30-35 листов Количество
листов графиков, чертежей: 1-2 листов

Заключение о степени соответствия выполненной работы заданию:

_____.

Недостатки курсового проекта:

Заключение и предлагаемая оценка курсового проекта:

Студент _____ *Ф.И.О.*

Руководитель Ф.И.О. _____
(подпись)

« ____ » _____ 2023 г.

ОБРАЗЕЦ4

Расчётно-пояснительная записка

Введение

Технология машиностроения – наука о производстве машин, которая изучает технологические процессы, применяемые на машиностроительных предприятиях при изготовлении машин требуемого качества, в установленном программой количестве и при наименьшей себестоимости.

Технология машиностроения рассматривает методы разработки и построения рациональных технологических процессов, выбор способа получения заготовки, технологического оборудования, инструмента и приспособлений, назначение режимов резания и установление технически обоснованных норм времени.

Технология машиностроения по своей природе является наукой комплексной, отражающей все многообразие взаимосвязанных явлений, возникающих как на этапе изготовления детали, или сборки узла, так и в процессе выполнения всего технологического процесса. Поэтому базой технологии машиностроения как науки являются многие теоретические и технические науки, такие как теоретическая механика, сопротивление материалов, некоторые разделы математики, детали машин, теория резания, металлорежущие станки и инструменты, основы стандартизации и технические измерения и другие.

Технология машиностроения – наука о производстве деталей машин и аппаратов изучает технологические процессы, применяемые на машиностроительных предприятиях при изготовлении изделий требуемого качества, в установленном программой количестве и при наименьшей себестоимости.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	КП.15.02.08 2023								
					Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата				
					Разраб.					Расчётно-пояснительная запис- ка	Лит	Лист	Листов
					Пров.								36
							ГБПОУ ГРК «Интеграл»						

Технология машиностроения рассматривает методы разработки и построения рациональных технологических процессов, выбор способа получения заготовки, технологического оборудования, инструмента и приспособлений, назначение режимов резания и установление технически обоснованных норм времени.

Инв. № дубл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Подп. и дата	КП.15.02.08 2023							
									Инв. № дубл.	Подп. и дата	Взам. инв. №
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	Расчётно-пояснительная записка	Лит	Лист	Листов			
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Подп. и дата	Лит		Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	Лит	Лист
										37	1
									ГБПОУ ГРК «Интеграл»		

1. Описание назначения детали и условий работы ее основных поверхностей.

Деталь «Втулка» имеет три наружные поверхности. На первой - резьбовая поверхность М42х1,5-6g, длиной 40 мм, начинается с фаски 1,5х45° и оканчивается наружной канавкой шириной 4 мм для выхода резьбы. На второй поверхности, длиной 25 мм и диаметром 66 мм шестигранник под ключ 60 мм на длине 10 мм. На третьей поверхности, диаметром 50 мм и длиной 35 мм прорезаны две канавки: в конце ступени шириной 5 мм на глубину 1,6 мм и на расстоянии 18 мм от торца шириной 7 мм на глубину 3,4 мм.

Центральное отверстие втулки диаметром 25 мм с одной стороны расточено до диаметра 30Н8 на длину 30 мм, со второй стороны расточено до диаметра 36Н9 на длину 40 мм, фаски с двух сторон 1,5х45°.

Неуказанные предельные отклонения отверстий по Н12, валов h12, остальных ±IT12/2.

Материал детали – качественная углеродистая конструкционная сталь марки 45 ГОСТ1050-2013. Эти стали в нормализованном состоянии по сравнению с низкоуглеродистыми имеют более высокую прочность при более низкой пластичности ($\sigma_v=500-610$ МПа; $\delta=21-16\%$).

Сталь хорошо обрабатывается резанием.

Материал детали сталь 45, ГОСТ 1050-2013.

Химический состав стали СТ45, ГОСТ 1050-2013

C 0,42-0,50%; Si 0,17-0,37%; Mn 0,50-0,80%; Cr 0-25%; Ni 0,25%; S 0,04%; P 0,035%; Cu 0,25%; As 0,08%, остальное Fe.

Механические свойства стали СТ45, ГОСТ 1050-2013.

Закалка при 850 °С в масле или в воде;

σ_v 600Мпа δ_5 (δ_4), 16%; ψ 40%.

Инв. №	Полп и лята
	Разм инв
Инв. №	Полп и лята
	Инв. №
Инв. №	Полп и лята
	Инв. №

		Фамилия	Пол-	Дата	КП.15.02.08 2023	Лис
	Разр					38
	Пно					

2. Описание типа производства, форма организации работ

. Определяю тип производства табличным методом:

- для определения типа производства табличным методом необходимо знать массу детали и годовую программу выпуска деталей.

Масса данной детали 1,1 кг.

Годовая программа выпуска изделий – $N_B = 6500$ шт.

Таблица 2.1

Тип производст- ва	Годовая программа выпуска деталей N_B		
	Масса детали		
	>100 кг	10...100 кг	менее 10 кг
индивидуальное	до 5	до 10	до 100
мелкосерийное	5–100	10–200	100–500
серийное	100–300	200–500	500–5000
крупносерийное	300–1000	500–5000	5000–50000
массовое	более 1000	более 5000	более 50000

Опираясь на данные таблицы, определяю, что производство крупносерийное.

Тип производства (по ГОСТ 14.004-83) – это классификационная категория производства, выделяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности, стабильности и объёма выпуска продукции.

В машиностроении различают 3 типа производства: единичное, серийное, массовое.

Инт. №	Полп и лята
Инт. №	Инт. №
Инт. №	Разм инт.
Инт. №	Полп и лята
Инт. №	Полп и лята

Инт. №	Фамилия	Пол-	Дата	КП.15.02.08 2023	Лис
Разр					39
Пно					

3. Обоснование выбора базовых поверхностей

При механической обработке заготовок на станках базированием принято считать придание заготовке требуемого положения относительно элементов станка, определяющих траектории движения подачи обрабатывающего инструмента.

Базой называется поверхность или выполняющие ту же функцию сочетание поверхностей, ось, точка, принадлежащая заготовке или изделию и используемая для базирования.

Совокупность трёх баз, образующих систему координат заготовки или изделия, называется комплектом баз.

Установочная база – база, используемая для наложения на заготовку или изделие связей, лишаящих её трёх степеней свободы – перемещения вдоль одной координатной оси и поворотов вокруг двух других осей.

Опорная база – база, используемая для наложения на заготовку или изделие связей, лишаящих её одной степени свободы – перемещения вдоль одной координатной оси или поворота вокруг оси.

Измерительная база – база, используемая для определения относительного положения заготовки или изделия и средств измерения.

Технологическая база – база, используемая для определения положения заготовки или изделия при изготовлении или ремонте.

Начиная с первой операции её обрабатываемые поверхности, ориентируются по отношению к технологическим базам. Необработанные поверхности, используемые в качестве баз при выполнении первой технологической операции, называются черновыми базами. Их используют только один раз во избежание больших погрешностей при повторном применении. В качестве черновой базы желательно использовать поверхности, остающиеся в готовой детали необработанными, или при обработке которых снимается наименьший припуск. Этим обеспечивается более точное расположение обработанных и необработанных поверхностей. После выполнения первой технологической операции в качестве технологических баз должны быть использованы чистовые базы – поверхности, обработанные на первой или последующих технологических операциях.

Инт. №	Полп и пятя
Инт. №	Разм интр
Инт. №	Полп и пятя
Инт. №	

		Фамилия	Пол-	Дата	КП.15.02.08 2023	Лис
	Разр					41
	Пно					

При обработке втулки основной технологической базой являются:

- при точении на токарном станке с ЧПУ, первый установ – наружный диаметр заготовки с опорой на торец,
- при точении на токарном станке с ЧПУ, второй установ – наружный диаметр второй ступени с опорой в торец,
- при фрезеровании шестигранника на фрезерном станке с ЧПУ – резьбовая поверхность первой ступени с опорой в торец.

Инд №	Полп и лята	Инд №	Взам инд	Полп и лята	Инд №	Фамилия	Пол-	Дата	КП.15.02.08 2023	Лис
										Разр
										Пно

4. Аналитический расчет припуска

Аналитический метод определения припусков базируется на анализе производственных погрешностей, возникающих при конкретных условиях обработки заготовки. Припуски на обработку определяют таким образом, чтобы на выполняемом технологическом переходе были устранены погрешности детали, которые остались на предшествующем переходе.

Минимальный промежуточный припуск на выполняемом переходе для диаметральных размеров:

$$2z_{\min} = 2 \cdot [(R_{z_{i-1}} + h_{z_{i-1}}) + \sqrt{\Delta\varepsilon_{i-1}^2 + \Delta y_i^2}],$$

где $R_{z_{i-1}}$ – высота микронеровностей поверхности, получаемая на предшествующем переходе, мкм;

$h_{z_{i-1}}$ – глубина дефектного слоя от предшествующего перехода, мкм;

$\Delta\varepsilon_{i-1}$ – суммарные погрешности отклонения расположения поверхностей от номинального на предшествующем переходе, мкм;

Δy – погрешность базирования и установки заготовки на выполняемом переходе.

Номинальный припуск на обработку поверхностей для диаметральных размеров:

$$2z_{\text{ном}} = 2z_{\min} + T_{i-1},$$

где T_{i-1} – допуск на размер на предшествующем переходе, мм.

Определяю аналитическим методом припуска, допуска и операционные размеры на размер $\text{Ø}64 \text{ h}12 (-0,300)$ мм.

Исходная заготовка – круглый прокат.

Устанавливаю предварительный маршрутный техпроцесс обработки элемента детали размером $\text{Ø}64 \text{ h}12 (-0,300)$ мм.

010 Круглый прокат 16 квалитет.

020 Токарная с ЧПУ 12 квалитет.

Расчет припусков, допусков и промежуточных размеров на р-р $\text{Ø}64 \text{ h}12 (-0,300)$ мм (круглый прокат)

Полп и лята
Разм инр
Инр №
Полп и лята
Инр №

		Фамилия	Пол-	Дата	КП.15.02.08 2023	Лис
	Разр					
	Пно					43

5. Определение и обоснование метода получения заготовки

При выборе заготовки необходимо учитывать:

во-первых - возможность получения детали из определенного материала, т. е. соответствие физико-механических свойств материала требованиям метода (жидкотекучесть, пластичность и т.д.);

во-вторых - коэффициент использования материала. Еще одним, пожалуй, наиболее веским критерием, является себестоимость заготовки.

Основными способами получения заготовки данной детали являются штамповка, ковка и прокат.

Так как объем выпускаемой продукции ежемесячно невелик, предварительно выбираю заготовку – прокат.

Заготовка, полученная методом проката

Выбираю прокат обычной точности. Согласно точности и шероховатости поверхностей обрабатываемой детали, определяем промежуточные припуски по таблицам.

За основу расчета промежуточных припусков принимаю наружный диаметр детали $\varnothing 66h12 (-0,300)$ мм.

Устанавливаю предварительный маршрутный техпроцесс обработки поверхности детали размером $\varnothing 66h12 (-0,300)$ мм.

Операция 010 Заготовительная 16 кв.

Операция 020 Токарная с ЧПУ 12 кв.

Припуск на подрезку торцевых поверхностей заготовки выбираю по табл. 3.12 ([1] с.40).

Припуск на обработку двух торцевых поверхностей заготовки равен 2,8 мм.

Общая длина заготовки:

$$L_{\text{заг}} = L_{\text{дет}} + 2 Z_{\text{подр}} = 100 + 2,8 = 102,8 \text{ мм}$$

где $L_{\text{дет}}$ – номинальная длина детали по рабочему чертежу.

Принимаю длину заготовки (по справочным таблицам):

$$L_{\text{заг}} = 102,8 \text{ мм}$$

Инт. №	Полп и пятя
Инт. №	Разм инт.
Инт. №	Полп и пятя
Инт. №	Полп и пятя

Инт. №	Фамилия	Пол-	Дата	КП.15.02.08 2023	Лис
Разр					45
Пно					

Так как заготовка имеет небольшой диаметр и увод ленточной пилы минимален, общую длину заготовки округляю до целых единиц в меньшую сторону.

$$L \text{ заг} = 102 \text{ мм}$$

Расчетный размер заготовки при использовании проката:

$$D \text{ расч} = D \text{ расч} + 2 Z \text{ max} = 64 + 2,72 = 66,72 \text{ мм}$$

По расчетным данным заготовки выбираю необходимый размер круглого проката обычной точности по ГОСТ 2590-71. Выбираю по табл. 3.14 ([1] с.170):

$$D \text{ заг табл} = 65 + 0.4 \text{ мм.}$$

Определяю коэффициент использования материала при использовании проката

$$M_d = 1,1$$

$$M_z = 3,08$$

$$K = 1,1 / 3,08 = 0,38$$

Инв №	Полп и лята	Инд №	Рзам инв	Полп и лята					Лис
					Фамилия	Пол-	Дата	КП.15.02.08 2023	
					Разр				46
					Пно				

6. Разработка маршрута обработки отдельных поверхностей и полной маршрутной технологии

Для серийного производства следует стремиться строить технологический процесс, ориентируясь на использование переменного-поточных линий, когда последовательно изготавливаются партии деталей одних наименований или размеров, или групповых поточных линий, когда параллельно изготавливаются партии деталей различных наименований.

Для обработки втулки мною разработан следующий технологический маршрут:

Операция 10, (токарная с ЧПУ), установ А

Установить, снять заготовку.

Переходы:

1. Торцевать заготовку как чисто;
2. Точить фаску 1 1,5x45°;
3. Точить поверхность 2 Ø40 L =7;
4. Точить поверхность 3 Ø41,9 L =40;
5. Точить канавку 4 до Ø40, шириной 4 мм;
6. Точить поверхность 5 Ø66 L =25;
7. Нарезать наружную резьбу 6 M42x1,5-6g L =40;
8. Сверлить отверстие 7 Ø23 L =100;
9. Расточить отверстие 8 Ø30H8 L =30;
10. Точить фаску 10 1,5x45°.

Операция 10, (токарная с ЧПУ), установ В.

Установить, снять заготовку.

Переходы:

1. Подрезать торец со второй стороны, выдерживая длину детали L =100;
2. Точить фаску 11 1,5x45°;
3. Точить поверхность 12 Ø50 L =35;
4. Точить канавку 13 до Ø43,2, шириной 7 мм;
5. Точить канавку 14 до Ø46,8, шириной 4 мм;
6. Расточить отверстие 15 Ø36H9 L =40.

Полп и лята
Разм инр
Инр №
Полп и лята
Инр №

		Фамилия	Под-	Дата	КП.15.02.08 2023	Лис
	Разр					
	Пно					47

7. Выбор технологического оснащения

В состав технологического оснащения входит оборудование и технологическая оснастка - установочные приспособления, режущий, мерительный и вспомогательный инструменты.

Под технологическим оснащением подразумевается:

7а Оборудование

Ленточнопильный MBS-910DAS – для отрезания заготовки

Наименование параметра	Величина
Зона обработки при 90°	Ø227 мм, 220 x 220 мм, 260 x 110 мм
Зона обработки при 45°	Ø150 мм, 145 x 145 мм, 175 x 137 мм
Зона обработки при 60°	Ø90 мм, 85 x 87 мм
Зона обработки при 45° влево	Ø110 мм, 110 x 110 мм, 160 x 110 мм
Скорость движения полотна	36, 72 метров/минуту
Размеры ленточного полотна	27 x 0,9 x 2455 мм
Выходная мощность	1,1 кВт / S1 100%
Потребляемая мощность	2,1 кВт / S6 40%
Габаритные размеры (Д x Ш x В)	1500 x 750 x 1750 мм
Масса	280 кг

Токарный станок с ЧПУ модели TL-1HE (ручная смена инструмента) – для токарной обработки втулки

Параметры рабочей зоны

Максимальный устанавливаемый диаметр заготовки, мм

над станиной 406

над кареткой 241

Инт. №	Инт. №	Инт. №	Инт. №
Полп и лята	Разм интр	Полп и лята	Инт. №

Инт. №	Фамилия	Под-	Дата	КП.15.02.08 2023	Лис
Разр					
Ппо					

Расстояние между центрами, мм	762
Максимальный обрабатываемый наружный диаметр, мм	406
Максимальная длина обработки при точении между центрами, мм	762
Параметры шпинделя	
Посадка шпинделя	A 2 - 5
Максимальная частота вращения шпинделя, об/мин	2000
Максимальный крутящий момент на шпинделе, Нм n=375 об/мин)	136 (при
Максимальная мощность на шпинделе, кВт	5,6
Диаметр отверстия в шпинделе, мм	59
Параметры подач	
Величина рабочих перемещений по осям, мм	
по оси OX	203
по оси OZ	762
Максимальная скорость холостых перемещений рабочих органов, м/мин	
по оси OX	1,9
по оси OZ	3,8
Максимальные допустимые усилия по осям, кН	
по оси OX	13,77
по оси OZ	6,88
Параметры задней бабки	
Тип конусного отверстия под задний центр	Морзе№4
Перемещение задней бабки	Ручное
Поджим задним центром	Ручной Ве-
личина рабочего перемещения, мм	762
Точностные параметры	
Точность позиционирования суппорта, мм	±0,010

Инв. №	Полп и лята
	Разм инв
Инв. №	Полп и лята
	Инв. №
Инв. №	Полп и лята
	Инв. №

		Фамилия	Пол-	Дата	КП.15.02.08 2023	Лис
	Разр					49
	Пно					

Повторяемость позиционирования суппорта, мм	±0,005
Параметры устройства ЧПУ	
Тип устройства	Haas-Fanuc
Количество управляемых осей	2
Тип монитора для отображения информации	LCD 15"
Скорость обработки программ, блоков/сек (115200)	до 1000
Тип интерфейса для подключения съемных носителей памяти	
USB Объем памяти для хранения программ, кБ	1024
Минимальная дискретность задаваемых значений, мм	0,001
Параметры подключения и установки	
Электропитание	3 ф. 400В, 50 Гц
Потребляемая электрическая мощность, кВА	9

Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ Super Mini Mill для фрезерования шестигранника

Параметры рабочей зоны Размеры рабочей поверхности стола с Т-обр. пазами, мм

Длина	730	
ширина.....	305	Количе-
ство Т-образных пазов	3	
Ширина Т-образных пазов, мм	16	
Расстояние между соседними Т-образными пазами,	110	Макси-
мально допустимая нагрузка на стол (равномерно распределенная), кг		
.....	227	
Ширина открывания рабочей двери, мм.....	610	
Параметры шпинделя Исполнение конуса шпинделя	ISO40	Мак-
симальная частота вращения шпинделя, об/мин	10000	

Инт. №	Полп и лята
	Разм инт
Инт. №	Полп и лята
	Инт. №
Инт. №	Полп и лята
	Инт. №

	Фамилия	Пол-	Дата	КП.15.02.08 2023	Лис
Разр					
Пно					50

Параметры перемещений рабочих органов Величина рабочих перемещений по осям, мм

по оси X..... 406

по оси Y..... 305

по оси Z 254 Расстояние от зеркала стола до торца шпинделя, мм в крайнем нижнем положении шпиндельной группы..... 102

в крайнем верхнем положении шпиндельной группы 356 Максимальная величина рабочих подач, м/мин..... 21,2

Максимальная скорость холостых перемещений рабочих органов, м/мин . 30,5

Параметры инструментального магазина

Исполнение инструментального магазин карусельного типа

Тип устанавливаемых оправок СТ40 Количество инструментальных позиций в магазине..... 10

Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ

Параметры точности Точность позиционирования суппорта, мм ±0,0050

Повторяемость позиционирования суппорта, мм..... ±0,0025

Параметры устройства ЧПУ Тип устройства Haas-Fanuc Количество управляемых осей 3

Тип интерфейса для подключения съемных носителей памяти USB

Минимальная дискретность задаваемых значений, мм 0,001

Параметры управления УЧПУ

1. ISO программирование в G-кодах;
2. графическая 2D визуализация;
3. 17 встроенных стандартных циклов обработки;
4. текстовый редактор управляющих программ;
5. круговой многофункциональный JOG-маховичок;

Параметры подключения и установки

Электропитание 3 ф. 400В, 50 Гц

Инв. №	Полп и пятя
	Разм инв
Инв. №	Полп и пятя
	Инв. №
Инв. №	Полп и пятя
	Инв. №

		Фамилия	Пол-	Дата	КП.15.02.08 2023	Лис
	Разр					51
	Пно					

Потребляемая электрическая мощность, кВА 14 Требования к сжатому воздуху рабочее давление в сети, бар 6,9
 рабочий расход, л/мин 113 Габаритные размеры станка, мм длина..... 2134 ширина..... 2057
 высота 2591
 Масса ориентировочная, кг..... 1542

Инд №	Полп и лята	Инд №	Взам инд	Полп и лята

Инд №	Разр	Фамилия	Пол-	Дата	КП.15.02.08 2023	Лис
						52
	Пно					

7б. Приспособления

Для отрезания заготовки на ленточнопильном станке мне необходим следующий вспомогательный инструмент:

- тиски с призматическими губками,
- рольган, для укладки прутка заготовки.

Для обработки упора на токарном станке с ЧПУ мне необходим следующий вспомогательный инструмент:

- трехкулачковый токарный патрон диаметром 210мм;
- ключ к токарному патрону;
- инструментальные держатели для призматических резцов;
- инструментальные держатели для призматических резцов.

При фрезерования шестигранника на фрезерном станке с ЧПУ мне необходим следующий вспомогательный инструмент:

- трехкулачковый самоцентрирующий токарный патрон диаметром 160мм на одностоечном поворотном столе HRT-160,
- ключ к токарному патрону,
- резьбовая оправка для базирования заготовке по резьбе.

Инт. №	Полп и лята	Инт. №	Взам инт.	Полп и лята

		Фамилия	Пол-	Дата	КП.15.02.08 2023	Лис
	Разр					
	Ппо					53

7в. Режущий инструмент

Таблица 7.1

№ п/п	Шаг технологического процесса	Название инструмента, шифр	Режимы резания	Подача
1	Обработка наружного контура	Проходной полукруглым резец SDJCR 2020 K9 с ромбической пластиной 55° фирмы Sandvik.	Vc - 140м/мин. H=200.	0,25
2	Обработка внутреннего контура	Расточной резец SDQCR	Vc - 80м/мин. H=700.	0,1
3	Нарезание наружной резьбы	Наружный резьбовой резец ERN20-16 фирмы KORLOY.	Vc - 100м/мин	
4	Сверление сквозного отверстия	Спиральное сверло 23 мм, ГОСТ 10903-17	Vc – 15 м/мин.	0,1
5	Фрезерование шестигранника	Торцовая фреза FNT050D2205 -SSFER09	Vc=250м/мин N=1600	350

Инв. №	Полп и лята	Инв. №	Взам инв.	Полп и лята	Инв. №	Разр	Фамилия	Под-	Дата	КП.15.02.08 2023	Лис

7г. Измерительный инструмент

При проектировании технологического процесса механической обработки заготовки для межоперационного и окончательного контроля обрабатываемых поверхностей необходимо использовать стандартный измерительный инструмент, учитывая тип производства.

Для контроля правильности отрезания заготовки на ленточнопильном станке мне необходим следующий контрольно- измерительный инструмент:

- штангенциркуль ШЦ 2 0-250 мм, кл 1, 0,05мм, ГОСТ 166-89.

Для контроля правильности обработки втулки на токарном станке с ПУ мне необходим следующий контрольно- измерительный инструмент:

- штангенциркуль ШЦ 1 0-125 мм, кл 1, 0,1мм, ГОСТ 166-89;
- штангенциркуль ШЦ 2 0-250 мм, кл 1, 0,05мм, ГОСТ 166-89;
- резьбовой калибр – гайка М42х1,5 ПР/НЕ;
- индикаторный нутромер 18-40 ГОСТ 868-82;
- гладкие калибры-пробка Ø30Н8, Ø36Н9.

Для контроля правильности обработки шестигранника на фрезерном станке с ПУ мне необходим следующий контрольно- измерительный инструмент:

- штангенциркуль ШЦ 1 0-125 мм, кл 1, 0,1мм, ГОСТ 166-89.

Инв №	Полп и лята	Инв №	Разр	Пно	Фамилия	Пол-	Дата	КП.15.02.08 2023	Лис	
	Разр									Лис
	Пно									55

8. Расчет режимов резания.

Производится расчет режимов резания для 1 перехода сверлильной операции. На данном переходе выполняется окончательное сверление отверстия диаметром 23 мм, на глубину 100 мм.

Исходные данные для расчета:

диаметр сверления - $D = 22$ мм;

по справочным данным выбирается подача - $s = 0,1$ мм/об.

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = C_v \cdot D^q \cdot K_v \cdot T^m \cdot s^y \quad (8.1)$$

где $C_v = 7$ - постоянный коэффициент, /1/;

$q = 0,4$ - показатель степени при диаметре сверления, /1/;

$y = 0,7$ - показатель степени при подаче, /1/;

$m = 0,2$ - показатель степени при стойкости инструмента, /1/;

$T = 45$ мин. - период стойкости сверла из быстрорежущей стали, /1/;

K_v - поправочный коэффициент, учитывающий условия резания, определяется по формуле:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} \quad (8.2)$$

где $K_{mv} = 0,85$ - коэффициент, учитывающий влияние материала детали, /1/;

$K_{uv} = 0,5$ - коэффициент, учитывающий материал инструмента, /1/;

$K_{lv} = 0,85$ - коэффициент, учитывающий соотношение глубины и диаметра сверления, /1/;

$$K_v = 0,85 \cdot 0,5 \cdot 0,85 = 0,36 .$$

По формуле (1) вычисляется скорость резания:

$$V = 7 \cdot 22^0 \cdot 0,36 \cdot 45^{0,2} \cdot 0,1^{0,7} = 20,38 \text{ м/мин.}$$

Инр №	Полп и лята	Инр №	Разм инр	Полп и лята	КП.15.02.08 2023	Лис
Инр №	Полп и лята	Инр №	Разм инр	Полп и лята		56
Инр №	Полп и лята	Инр №	Разм инр	Полп и лята		56

$$45 * 0,1$$

Число оборотов рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} \quad (8.3)$$

где $D = 22$ - диаметр обрабатываемой поверхности, мм;

$$n = \frac{1000 * 20,38}{3,14 * 22} = 294,88 \text{ об/мин.}$$

Принимается число оборотов шпинделя $n = 300$ об/мин.

Фактическая скорость резания определяется по формуле:

$$V_f = \frac{\pi * D * n}{1000} \quad (8.4)$$

$$V_f = \frac{3,14 * 22 * 300}{1000} = 20,73 \text{ м/мин.}$$

Крутящий момент $M_{кр}$ и осевая сила резания P_o рассчитываются по формулам:

$$M_{кр} = 10 * C_m * D * s * K_p \quad (8.5)$$

$$P_o = 10 * C_p * D * s * K_p \quad (8.6)$$

где $C_m = 0,041$ и $C_p = 143$ - постоянные коэффициенты, /1/;

$q_m = 2$ и $q_p = 1$ - показатели степени при диаметре сверления, /1/;

$u_m = 0,7$ и $u_p = 0,7$ - показатели степени при подаче, /1/;

K_p - поправочный коэффициент, учитывающий условия резания, определяется по формуле:

$$K_p = K_{mp} \quad (8.7)$$

$K_{mp} = 1,07$ - коэффициент, учитывающий влияние материала детали на силовые зависимости, /1/;

$$K_p = 1,07.$$

Тогда по формулам (5), (6):

Инв. №	Полп и лята
	Разм инв
Инв. №	Полп и лята
	Разр
Инв. №	Полп и лята
	Пно

Фамилия	Пол-	Дата	КП.15.02.08 2023	Лис
Разр				57
Пно				

$$2 \cdot 0,7$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,041 \cdot 22 \cdot 0,1 \cdot 1,07 = 42,36 \text{ Нм};$$

$$1 \cdot 0,7$$

$$P_o = 10 \cdot 143 \cdot 22 \cdot 0,1 \cdot 1,07 = 6716,49 \text{ Н.}$$

Мощность резания определяется по формуле:

$$N = M_{кр} \cdot n, \quad (8.8)$$

$$9750$$

$$N = 42,36 \cdot 300 = 1,31 \text{ кВт.}$$

$$9750$$

Основное время перехода рассчитывается по формуле:

$$T_o = L + L, \quad (8.9)$$

$$n \cdot s \quad n \cdot s_y$$

где $s = 0,1$ мм/об - рабочая подача инструмента;

$s_y = 1,2$ - ускоренная подача отвода инструмента;

$n = 300$ об/мин - частота вращения шпинделя;

L - длина пути обработки, мм, определяется по формуле:

$$L = l + l_1 + l_2, \quad (8.10)$$

где $l = 100$ мм - длина пути резания;

$l_1 = 3$ мм - врезание;

$l_2 = 2$ мм - перебег.

Тогда

$$L = 100 + 3 + 2 = 105 \text{ мм.}$$

По формуле (9) вычисляется основное технологическое время на 1 переходе сверлильной операции:

$$T_o = \frac{105}{300 \cdot 0,1} + \frac{105}{300 \cdot 1,2} = 3,79 \text{ мин.}$$

$$300 \cdot 0,1 \quad 300 \cdot 1,2$$

Инр №	Полп и лята	Инр №	Разм инр	Полп и лята	Инр №	Фамилия	Пол-	Дата	КП.15.02.08 2023	Лис
						Разр				58
						Ппо				

Производится расчет режимов резания для 1 перехода токарной операции. На данном переходе выполняется чистовое точение цилиндрической поверхности диаметром 70 мм, на длине 40 мм.

Исходные данные для расчета:

диаметр обработки - $d = 70$ мм;

глубина резания - $t = 2$ мм;

по справочным данным выбирается подача - $s = 0,245$ мм/об.

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = C_v * K_v, \quad (8.1)$$

$$m \times y$$

$$T * t * s$$

где $C_v = 420$ - постоянный коэффициент, /1/;

$x = 0,15$ - показатель степени при глубине резания, /1/;

$y = 0,2$ - показатель степени при подаче, /1/;

$m = 0,2$ - показатель степени при стойкости инструмента, /1/;

$T = 90$ мин. - период стойкости резца из твердого сплава, /1/;

K_v - поправочный коэффициент, учитывающий условия резания, определяется по формуле:

$$K_v = K_{mv} * K_{pv} * K_{iv} * K_{tv} * K_{uv} * K_{rv}, \quad (8.2)$$

где $K_{mv} = 0,85$ - коэффициент, учитывающий влияние материала детали, /1/;

$K_{pv} = 0,85$ - коэффициент, учитывающий состояние поверхности, /1/;

$K_{iv} = 1,4$ - коэффициент, учитывающий материал инструмента, /1/;

$K_{tv} = 1$ - коэффициент, учитывающий стойкость инструмента, /1/;

$K_{uv} = 0,7$ - коэффициент, учитывающий угол в плане резца, /1/;

$K_{rv} = 1$ - коэффициент, учитывающий радиус при вершине резца, /1/;

$$K_v = 0,85 * 0,85 * 1,4 * 1 * 0,7 * 1 = 0,71 .$$

По формуле (1) вычисляется скорость резания:

Инв №	Полп и лята
	Разм инв
Инв №	Полп и лята
	Инв №
Инв №	Полп и лята
	Инв №

		Фамилия	Пол-	Дата	КП.15.02.08 2023	Лис
	Разр					59
	Пно					

$$V = \frac{420}{0,2} \cdot \frac{0,15}{90} \cdot \frac{0,2}{2} \cdot 0,245 * 0,71 = 144,37 \text{ м/мин.}$$

Число оборотов рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} \quad (8.3)$$

где $D = 70$ - диаметр обрабатываемой поверхности, мм;

$$n = \frac{1000 * 144,37}{3,14 * 70} = 656,49 \text{ об/мин.}$$

Принимается число оборотов шпинделя $n = 640$ об/мин.

Фактическая скорость резания определяется по формуле:

$$V_f = \frac{\pi * D * n}{1000} \quad (8.4)$$

$$V_f = \frac{3,14 * 70 * 640}{1000} = 140,74 \text{ м/мин.}$$

Сила резания P_z рассчитывается по формуле:

$$P_z = 10 * C_p * t^x * s^y * V_f^n * K_p \quad (8.5)$$

где $C_p = 204$ - постоянный коэффициент, /1/;

$x = 1$ - показатель степени при глубине резания, /1/;

$y = 0,75$ - показатель степени при подаче, /1/;

$n = 0$ - показатель степени при скорости резания, /1/;

K_p - поправочный коэффициент, учитывающий условия резания, определяется по формуле:

$$K_p = K_{mp} * K_{up} * K_{ur} * K_{lr} * K_{rp} \quad (8.6)$$

где $K_{mp} = 1,15$ - коэффициент, учитывающий влияние материала детали на силовые зависимости, /1/;

K_{up} , K_{ur} , K_{lr} , K_{rp} - коэффициенты, учитывающие влияние параметров режущей части инструмента на силу резания, $K_{up} = 1$; $K_{ur} = 1$; $K_{lr} = 1$; $K_{rp} = 1$, /1/;

$$K_p = 1,15 * 1 * 1 * 1 * 1 = 1,15 .$$

Инв. №
Полп и лята
Инв. №
Разм инв
Полп и лята
Инв. №

		Фамилия	Пол-	Дата	КП.15.02.08 2023	Лис
	Разр					60
	Пно					

По формуле (5) вычисляется сила резания:

$$P_z = 10 \cdot 204 \cdot 2 \cdot 0,245 \cdot 140,74 \cdot 1,15 = 1633,92 \text{ Н.}$$

Мощность резания определяется по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V_{\phi}}{1020 \cdot 60}, \quad (8.7)$$
$$N = \frac{1633,92 \cdot 140,74}{1020 \cdot 60} = 3,75 \text{ кВт.}$$

Основное время перехода рассчитывается по формуле:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot s} + \frac{L}{n \cdot s_y}, \quad (8.8)$$

где $s = 0,245$ мм/об - рабочая подача инструмента;

$s_y = 3$ - ускоренная подача отвода инструмента;

$n = 640$ об/мин - частота вращения шпинделя;

L - длина пути обработки, мм, определяется по формуле:

$$L = l + l_1 + l_2, \quad (8.9)$$

где $l = 40$ мм - длина пути резания;

$l_1 = 3$ мм - врезание;

$l_2 = 0$ мм - перебег.

Тогда

$$L = 40 + 3 + 0 = 43 \text{ мм.}$$

По формуле (8) вычисляется основное технологическое время на 1 переходе токарной операции:

$$T_o = \frac{43}{640 \cdot 0,245} + \frac{43}{640 \cdot 3} = 0,29 \text{ мин.}$$

9. Техническое нормирование

Инв. №	Полп и лята	Инв. №	Разм инв	Полп и лята	Инв. №	Разм инв	Полп и лята	Инв. №	Полп и лята	Фамилия	Пол-	Дата	КП.15.02.08 2023	Лис
										Разр				61
										Пно				

Техническое нормирование времени операций можно выполнить расчетно-аналитическим методом. В нашем случае, в мелкосерийном производстве рассчитывается норма штучно-калькуляционного времени

$$T_{шт.к.} = T_0 + T_v + T_{тех} + T_{орг} + T_p + T_{п.з.} \quad (9.1)$$

где T_0 — Основное (машинное) время, вычисляемое как отношение длины рабочего хода инструмента к подаче (в минутах) его перемещения.

$$T_v = t_{уст} + t_{пер} + t_{изм} + t_{доп} \quad (9.2)$$

T_v — Вспомогательное время, включает в себя продолжительность всех вспомогательных ходов инструмента, включений, переключений станка, установки и снятия заготовки; где

- $t_{уст}$ – вспомогательное время на установку и снятие детали, определяем на стр. 33 [6];

- $t_{пер}$ – вспомогательное время, связанное с переходом [6];

- $t_{изм}$ – вспомогательное время, затрачиваемое на измерение обработанных поверхностей при выключенном станке [6];

- $t_{доп}$ – вспомогательное время на переключение скоростей и подач.

$T_{оп} = T_0 + T_v$ — операционное время.

$T_{тех}$ — Время технического обслуживания

$$T_{тех} = 0.06 * T_{оп}$$

$T_{орг}$ — Время организационного обслуживания

$$T_{орг} = 0.06 * T_{оп}$$

$T_{об} = T_{тех} + T_{орг}$ — время обслуживания.

T_p — Время регламентированных перерывов

$$T_p = 0.025 * T_{оп}$$

$T_{п.з.}$ — Подготовительно-заключительное время

$$T_{п.з.} = 60 / p = 60 / N * a,$$

где p - размер партии

N - годовая программа выпуска

a - количество запусков партии в течении года

Расчет норм времени на отрезную операцию:

Инв. №	Полп и лята
	Взам инв.
Инв. №	Полп и лята
	Инв. №
Инв. №	Полп и лята
	Инв. №

		Фамилия	Пол-	Дата	КП.15.02.08 2023	Лис
	Разр					62
	Пно					

$$T_o = 1,52 \text{ мин}$$

$$T_B = 0,6 + 0,54 + 0,12 = 1,26 \text{ мин}$$

$$T_{оп} = 2,78 \text{ мин}$$

$$T_{тех} = 0,17 \text{ мин}$$

$$T_{орг} = 0,17 \text{ мин}$$

$$T_{об} = 0,34 \text{ мин}$$

$$T_{п} = 0,07 \text{ мин}$$

$$T_{п.з.} = 60/6500 * 12 = 0,11 \text{ мин}$$

В результате получаю

$$T_{шт.к.} = T_{оп} + T_{об} + T_{п} + T_{п.з.} = 3,30 \text{ мин}$$

Расчет норм времени на токарную операцию с ЧПУ:

$$T_o = 29,12 \text{ мин}$$

$$T_B = 0,324 + 1,35 + 0,24 + 0,83 = 2,74 \text{ мин}$$

$$T_{оп} = 31,86 \text{ мин}$$

$$T_{тех} = 1,91 \text{ мин}$$

$$T_{орг} = 1,91 \text{ мин}$$

$$T_{об} = 3,82 \text{ мин}$$

$$T_{п} = 0,8 \text{ мин}$$

$$T_{п.з.} = 60/6500 * 12 = 0,11 \text{ мин}$$

В результате получаю

$$T_{шт.к.} = T_{оп} + T_{об} + T_{п} + T_{п.з.} = 36,59 \text{ мин}$$

Инт. №	Полп и лята
Инт. №	Взам инт.
Инт. №	Полп и лята
Инт. №	Полп и лята

		Фамилия	Пол-	Дата	КП.15.02.08 2023	Лис
	Разр					63
	Пно					

9. Управляющая программа токарной обработки втулки.

%

O15

(Vtulca 1 st)

G54

T101

S600 M3

G0 X73. Z3.

G1 Z0. F0.3

G1 X-1.2

G1 X73. Z3.

G71 P10 Q20 D2. F0.2

N10 G1 X39. Z0.

G1 X42. Z-1.5

G1 Z-34.5

G1 X40. Z-36.

G1 Z-40.

G1 X66.

G1 Z-67.

N20 G1 X73.

G0 X100. Z100.

T202

S500 M3

G0 X45. Z3.

G76 X40.5 Z-38. K0.95 D0.3 A60. F1.5 P2

G0 X100. Z100.

T707

S400 M3

G0 X0. Z3.

G81 Z-106. R3. F0.1

Инд №	Полп и лята	Фамилия	Пол-	Дата	КП.15.02.08 2023	Лис	
	Рзям инр						Разр
	Инд №						
	Полп и лята						

N10 G1 X47. Z0.

G1 X50. Z-1.5

G1 Z-35.

G1 X63.

G1 X66. Z-36.5

N20 G1 X73.

G0 X100. Z100.

T1010

S500 M3

G0 X53. Z-25.

G1 X43.2 F0.1

G1 X53.

G1 Z-22.

G1 X43.2

G1 X53.

G1 Z-20.

G1 X43.2

G1 X68.

G1 Z-35.

G1 X46.8

G1 X68.

G0 X100. Z100.

T808

S500 M3

G0 X19. Z3.

G71 P30 Q40 D1. F0.1

N30 G1 X39. Z0.

G1 X36. Z-1.5

G1 Z-40.

G1 X20.

Инд. №	Полп и лята	Инд. №	Разм инд	Полп и лята
--------	-------------	--------	----------	-------------

Инд. №	Разр	Фамилия	Пол-	Дата	КП.15.02.08 2023	Лис
	Пно					66

N40 G1 X19.

G0 X100. Z100.

M30

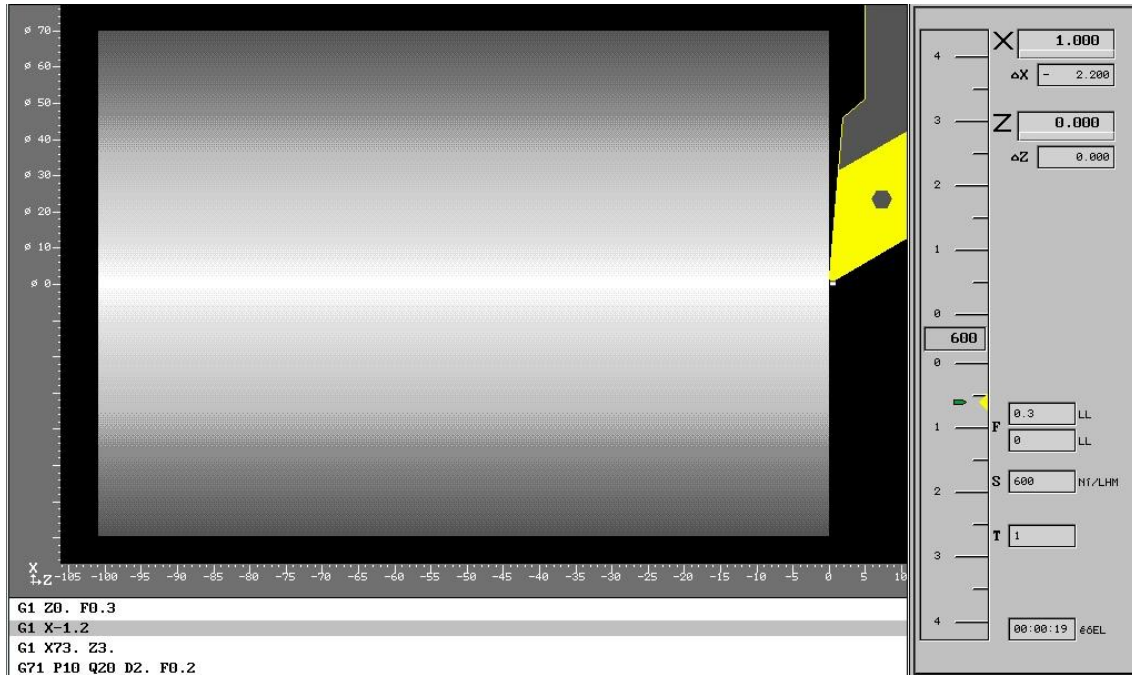
%

Инд. №	Полп и лята	Инд. №	Взам инд	Полп и лята	Фамилия	Пол-	Дата	КП.15.02.08 2023	Лис	
									Разр	67
									Прн	

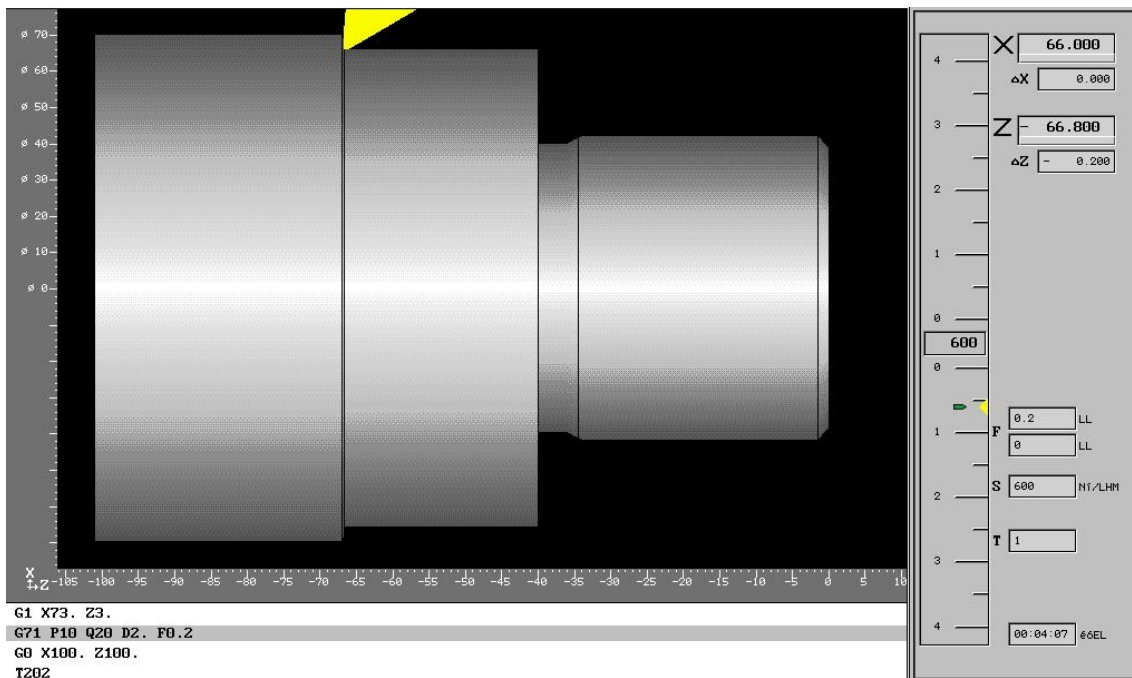
10.Скриншоты токарной обработки втулки.

Установ А (токарная с ЧПУ)

Торцевать заготовку как чисто



Точить фаску 1 1,5x45°, поверхность 2 Ø40 L =7, поверхность 3 Ø41,9 L =40, точить канавку 4 до Ø40, шириной 4 мм и точить поверхность 5 Ø66 L =25



Инр №	Разм инр	Инр №	Полп и лята
	Полп и лята		
Инр №	Разм инр	Инр №	Полп и лята

Инр №	Фамилия	Под-	Дата
Разр			
Пно			

КП.15.02.08 2023

Лис
68

Нарезать наружную резьбу 6 M42x1,5-6g L =40

G0 X45. Z3.
 G76 X40.5 Z-38. R0.95 D0.3 A60. F1.5 P2
 G0 X100. Z100.
 T707

Сверлить отверстие 7 Ø23 L =100

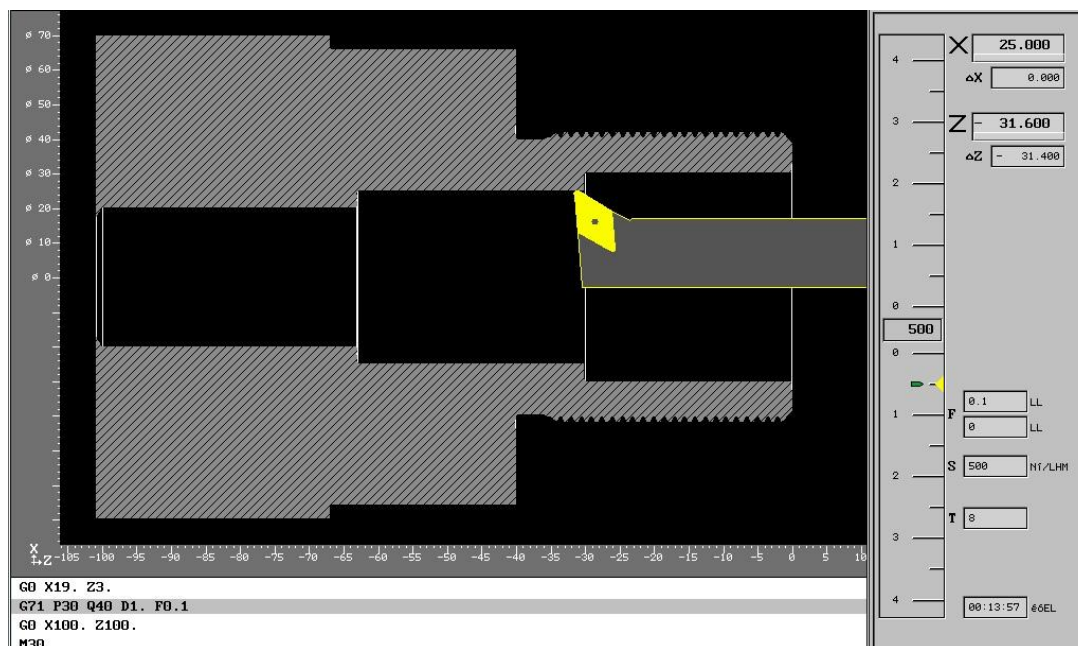
G0 X0. Z3.
 G81 Z-106. R3. F0.1
 G0 X100. Z100.
 T808

Инд №	Инд №	Разм инд	Полп и лята
-------	-------	----------	-------------

Инд №	Фамилия	Под-	Дата
	Разр		
	Пно		

КП.15.02.08 2023

Расточить отверстие $8 \text{ } \varnothing 25 \text{ L} = 65$ и $\varnothing 30 \text{H8 L} = 30$, точить внутреннюю фаску $10 \text{ } 1,5 \times 45^\circ$



Установ В (токарная с ЧПУ)

Подрезать торец со второй стороны, выдерживая длину детали $L = 100$

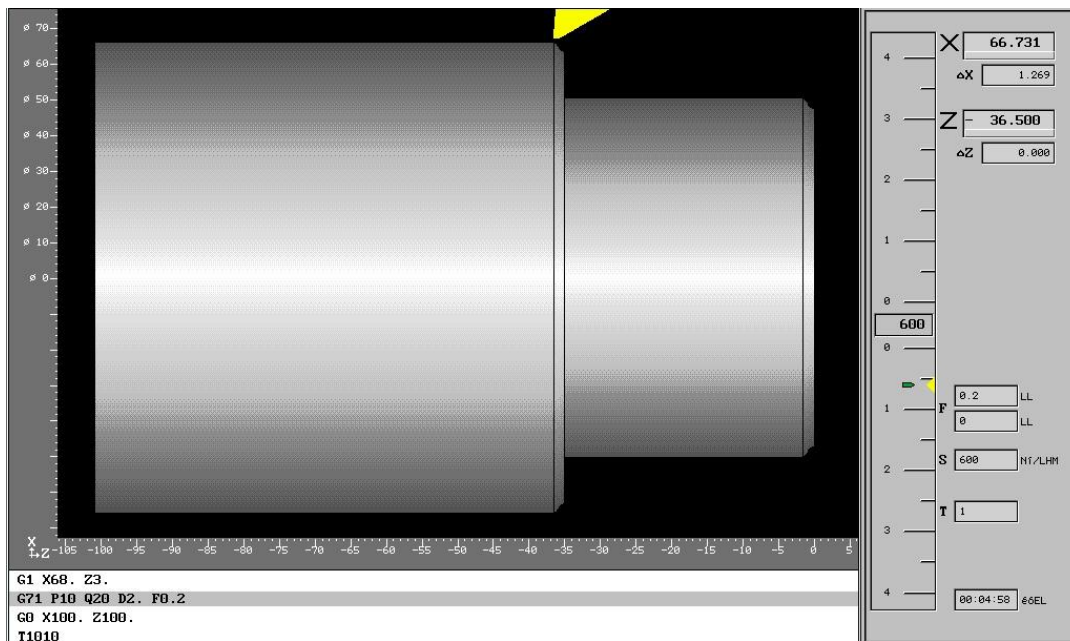


Инд №	Инд №	Разм инд	Полп и лята
Инд №	Инд №	Разм инд	Полп и лята

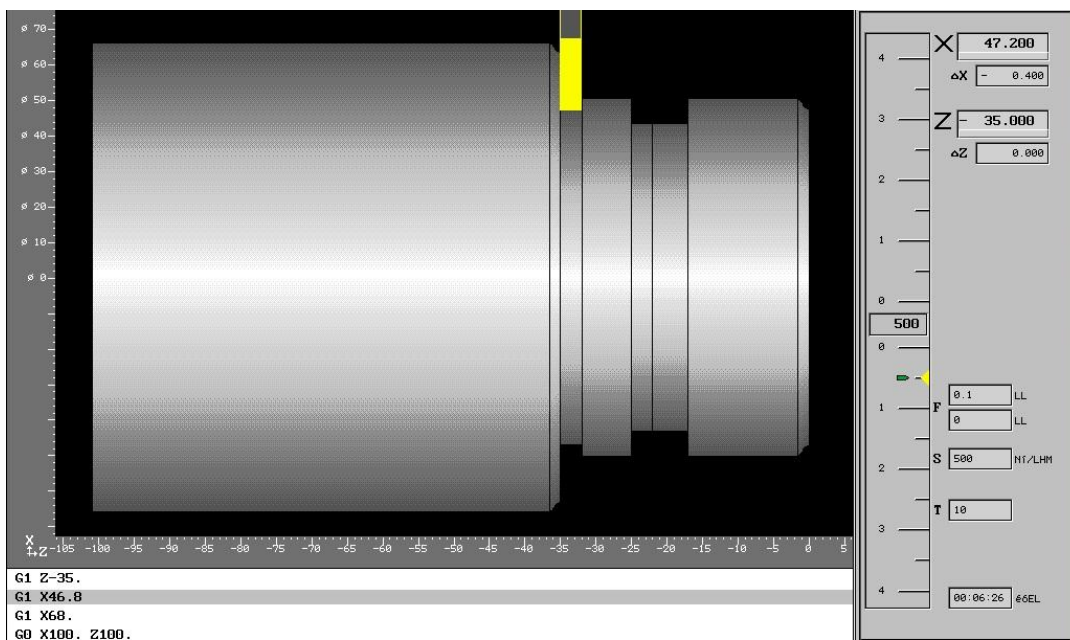
Инд №	Фамилия	Под-	Дата
Разр			
Пно			

КП.15.02.08 2023

Точить поверхность 12 Ø50 L =35 и две фаски 11 1,5x45°



Точить канавку 13 до Ø43,2, шириной 7 мм и канавку 14 до Ø46,8, шириной 4 мм

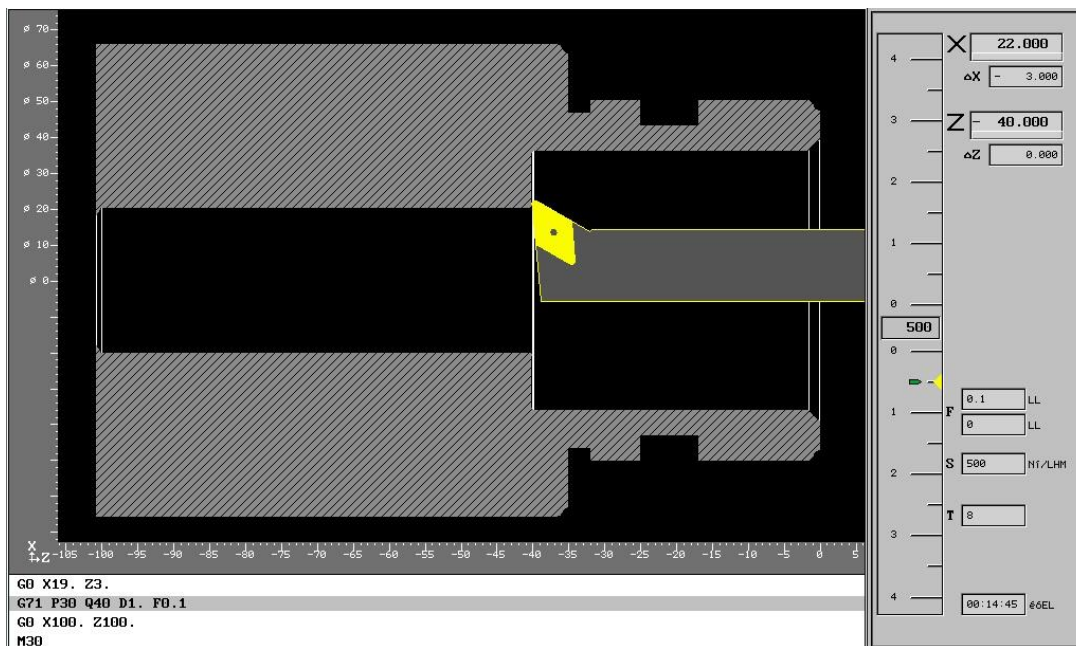


Инр №	Инр №	Разм инр	Полп и пята
-------	-------	----------	-------------

Инр №	Фамилия	Под-	Дата
Разр			
Пно			

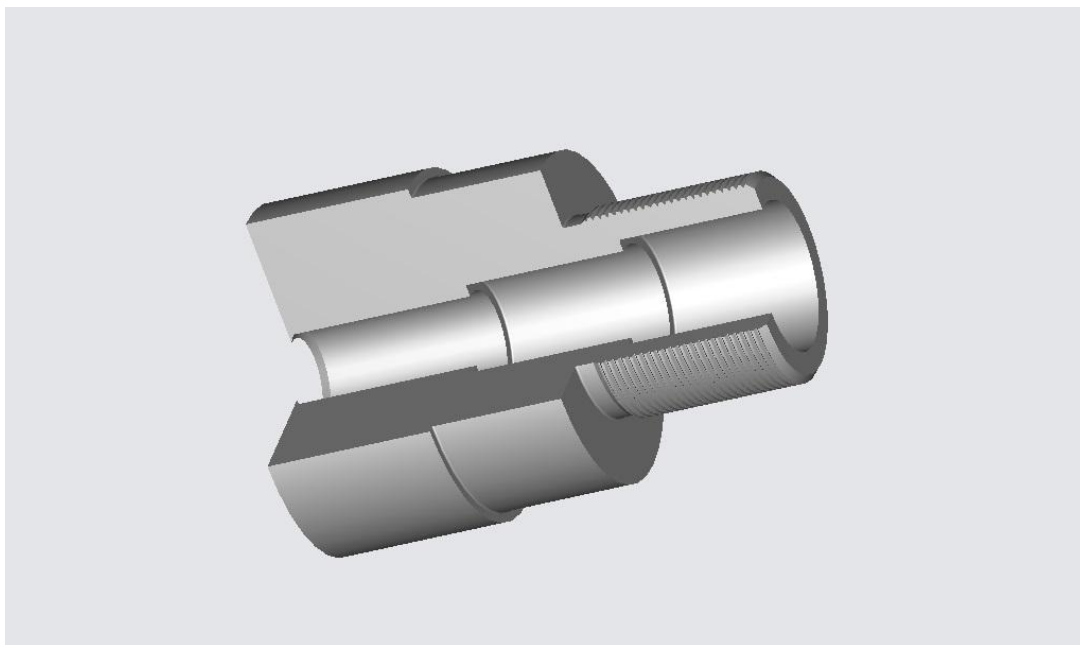
КП.15.02.08 2023

Расточить отверстие 15 Ø36H9 L=40



3-D модель втулки

1 сторона



Инт. №	Полп и лята	Инт. №	Рзам инт.	Полп и лята
--------	-------------	--------	-----------	-------------

Инт. №	Фамилия	Под-	Дата
Разр			
Прн			

КП.15.02.08 2023

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Составленный мною технологический процесс обработки втулки позволяет обработать данную деталь с применением универсального оборудования и станков с ЧПУ. Использование современного металлорежущего инструмента повышает производительность труда, снижает себестоимость произведённой продукции, следовательно, удешевляет производство. Технологический процесс обработки втулки может применяться на предприятиях, имеющих универсальные токарные станки и токарные станки с ЧПУ с плоской станиной.

Инр №	Полп и лята	Инр №	Взам инр	Полп и лята	Инр №	Фамилия	Пол-	Дата	КП.15.02.08 2023	Лис
						Пно				74

