

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Профессиональное обучение и педагогика»

В.И. Молочко
И.А. Иванов
И.В. Игнаткович

ТЕОРИЯ РЕЗАНИЯ И РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

Программно-методический комплекс
для студентов заочной формы обучения
специализации 1-08 01 01-01 «Профессиональное обучение
(машиностроение)»

Минск
БНТУ
2010

УДК 621.921(075.8)

ББК 34.5

М 75

Рецензенты:

зав. кафедрой технологии металлов БГАТУ,
д-р техн. наук, профессор *В.М. Капцевич*;
и.о. зав. кафедрой технологии и методики преподавания БНТУ,
д-р техн. наук, профессор *Е.Е. Петюшик*

Молочко, В.И.

М 75

Теория резания и режущий инструмент: программно-методический комплекс для студентов заочной формы обучения специализации 1-08 01 01-01 «Профессиональное обучение (машиностроение)» / В.И. Молочко, И.А. Иванов, И.В. Игнаткович. – Минск: БНТУ, 2010. – 74 с.

ISBN 978-985-525-382-3.

Программно-методический комплекс содержит тематический план по дисциплине «Теория резания и режущий инструмент», содержание разделов и тем программы, рекомендуемую литературу, блоки заданий на контрольную и курсовую работы, а также методические рекомендации и указания по их выполнению и оформлению.

Комплекс предназначен для студентов заочной формы обучения по специализации 1-08 01 01-01 «Профессиональное обучение (машиностроение)».

УДК 621.921(075.8)
ББК 34.5

ISBN 978-985-525-382-3

© Молочко В.И., Иванов И.А.,
Игнаткович И.В., 2010
© БНТУ, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Глава 1. ПРОГРАММНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ	5
Глава 2. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА	20
2.1. Токарная обработка	20
2.2. Обработка осевыми инструментами	25
2.3. Фрезерование	29
2.3.1. Фрезерование плоскости	29
2.3.2. Фрезерование пазов и уступов	34
2.4. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы	39
2.5. Основные требования по оформлению работы	47
Глава 3. КУРСОВАЯ РАБОТА	48
3.1. Расчет и проектирование круглой протяжки	48
3.2. Задачи по расчету режимов резания	51
3.2.1. Блок заданий по резьбонарезанию	51
3.2.2. Блок заданий по зубонарезанию	53
3.2.3. Блок заданий по шлифованию	59
3.3. Методические рекомендации по выполнению курсовой работы	64
3.4. Основные требования по оформлению пояснительной записки и графической части	71
ЛИТЕРАТУРА	72
ПРИЛОЖЕНИЕ	73

ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемый программно-методический комплекс включает в себя программный блок для самостоятельного изучения дисциплины «Теория резания и режущий инструмент» студентами заочной формы обучения специализации 1-08 01 01-01 «Профессиональное обучение (машиностроение)», а также комплект практических заданий для выполнения контрольной и курсовой работ.

В соответствии с изложенным первая глава комплекса включает тематический план дисциплины, содержание тем и разделов программы, рекомендуемую литературу, а также перечень вопросов для закрепления теоретического материала.

Вторая и третья главы комплекса содержат блоки заданий соответственно на контрольную и курсовую работы, а также методические рекомендации и указания по их выполнению и оформлению.

Материалы комплекса составлены в соответствии с учебной программой дисциплины «Теория резания и режущий инструмент» разработанной на основе образовательного стандарта для первой ступени высшего образования по специальности 1-08 01 01-01 «Профессиональное обучение (машиностроение)».

Глава 1. ПРОГРАММНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Теория резания и режущий инструмент» является одной из основополагающих в цикле специальных машиностроительных дисциплин, поскольку она закладывает основу профессиональной подготовки педагога-инженера как в области техники и технологии машиностроения, так и в области методики преподавания специальных дисциплин и производственного обучения.

Действительно, без знаний основ теории резания невозможны выбор оптимальных режимов обработки, создание эффективных режущих инструментов, конструирование металлорежущего оборудования и технологической оснастки, проектирование технологических процессов механической обработки деталей, экономические расчеты себестоимости технологических операций.

Без усвоения студентами терминов, определений и понятий в области механической обработки резанием невозможно эффективное проведение теоретических и практических уроков в профессиональных и средних специальных учебных заведениях машиностроительного профиля.

Изучение дисциплины «Теория резания и режущий инструмент» базируется на ранее полученных студентами знаниях по дисциплинам: «Инженерная графика», «Материаловедение», «Теоретическая механика», «Механика материалов», «Теория механизмов и машин», «Нормирование точности и технические измерения» и другим.

Курс создает базу для изучения всех последующих дисциплин специального цикла, например таких, как «Металлорежущие станки», «Технология машиностроения» и др.

Согласно учебному плану подготовки педагогов-инженеров по заочной форме обучения изучение дисциплины включает два семестра и предусматривает выполнение в одном из семестров контрольной, а в другом – курсовой работы.

Программно-тематический план дисциплины представлен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Программно-тематический план дисциплины

№ п/п	Раздел и темы дисциплины	Самостоятельная работа			Аудиторные занятия	
		ТМ	Кр	КР	ЛК	ЛР
Раздел 1. Основы теории резания						
1	Конструкционные и инструментальные материалы	+			+	
2	Кинематика резания	+			+	
3	Конструкция и геометрия резцов	+				+
4	Технологические и физические параметры резания	+			+	
5	Процесс образования стружки	+				+
6	Силовые факторы при резании	+			+	
7	Теплота и температура в зоне резания	+			+	
8	Износ и разрушение лезвий металлорежущих инструментов	+			+	
9	Стойкость инструмента и скорость резания	+			+	
10	Методика назначения режимов резания при обработке резцами	+	+			
Раздел 2. Виды многолезвийной механической обработки резанием и применяемый режущий инструмент						
11	Сверление, зенкерование, развертывание	+		+		+
12	Фрезерование	+		+		+
13	Прошивание и протягивание	+		+	+	
14	Методы резбообразования и резбообразующий инструмент	+		+	+	
15	Зубообразование	+		+	+	
16	Абразивная обработка	+		+	+	

ТМ – теоретический материал; Кр – контрольная работа; КР – курсовая работа; ЛК – лекции; ЛР – лабораторные занятия

Раздел 1. ОСНОВЫ ТЕОРИИ РЕЗАНИЯ

1.1. Конструкционные и инструментальные материалы

Металлы как основной конструкционный материал в машиностроении. Виды конструкционных металлов, их маркировка. Понятие об обрабатываемости металлов резанием. Влияние механических свойств и структурного состояния металлов на их обрабатываемость.

Виды заготовок – первичные как продукты металлургического производства и вторичные как продукты заготовительных цехов машиностроительных предприятий.

Краткий исторический очерк развития инструментальных материалов и их классификация. Физико-механические свойства инструментальных материалов, определяющие их режущую способность, технологические качества и стоимостные показатели. Химический состав, маркировка, назначение и преимущественная область применения различных марок инструментальных материалов.

Вопросы

1. Особенности метода механической обработки резанием, его достоинства и недостатки.
2. Виды обработки резанием и их кинематические схемы.
3. Главное и вспомогательное движения при резании.
4. Конструкционные материалы и их обрабатываемость.
5. Инструментальные материалы и предъявляемые к ним основные требования.
6. Углеродистые и низколегированные инструментальные стали.
7. Быстрорежущие стали.
8. Твердые сплавы.
9. Минералокерамика и керметы.
10. Сверхтвердые инструментальные материалы.
11. Эльборовый и алмазный инструмент.

Литература: [1,2,13].

1.2. Кинематика резания

Понятие о кинематической схеме резания. Одноподвижные, двух-, трех- и более подвижные кинематические схемы резания. Главное движение резания и вспомогательные движения подачи. Способы механической обработки резанием и присущие им кинематические схемы резания.

Понятие о скорости резания и скоростях подачи. Величина и направление скорости резания при главном вращательном и главном поступательном движениях. Средняя скорость резания при неравномерном поступательном движении инструмента. Виды подач – продольная и поперечная, радиальная и тангенциальная, осевая и круго-

вая. Вектор истинной скорости и траектория результирующего движения точек главного режущего лезвия инструмента относительно заготовки.

Литература: [1,2,13].

1.3. Конструкция и геометрия резцов

Особенности конструкций проходных, подрезных, отрезных, канавочных, фасонных и токарных резцов. Резцы для контурного точения. Строгальные и долбежные резцы. Схемы резания при точении с продольной (обточка, расточка) и поперечной (подрезание торца, отрезание, прорезание канавок) подачи. Схемы резания при строгании и долблении.

Специальные токарные резцы. Конструкции фасонных призматических и дисковых резцов, их установка и закрепление. Схемы фасонного точения.

Ротационные резцы. Особенности конструкции и применяемые схемы резания.

Конструктивные элементы проходного резца. Поверхности, режущие лезвия и кромки режущего клина. Координатные и секущие плоскости, углы заточки инструмента. Пересчет углов резца при изменении положений секущих плоскостей. Особенности геометрии других типов резцов общего назначения. Геометрия специальных фасонных резцов.

Влияние на геометрию резцов реальных условий их установки в резцедержателе, а также вспомогательных движений подачи в двух- и более подвижных кинематических схемах резания.

Искажение профиля детали при обработке специальными фасонными резцами. Корректирование профиля и проектирование фасонных резцов.

Вопросы

1. Классификация резцов.
2. Составные части резца и их назначение. Основные поверхности и кромки режущей части резца. Углы заточки резца.
3. Углы резца в плане (на примере обычных и фасонных резцов).
4. Углы резца в секущих плоскостях.

5. Углы наклона режущих кромок λ и λ_1 .
 6. Трансформация рабочих углов при учете вспомогательного движения подачи.
 7. Изменение углов резца от его установки.
 8. Призматические фасонные резцы. Рабочие углы резца. Схема резания и получаемый профиль детали.
 9. Профилирование рабочей кромки призматического резца
 10. Дисковые (круглые) фасонные резцы. Рабочие углы резца. Схема резания и получаемый профиль детали.
 11. Профилирование рабочей кромки дискового резца.
- Литература:* [2,7,13].

1.4. Технологические и физические параметры резания

Понятие о глубине резания, срезе и сечении среза. Свободное и несвободное, прямоугольное и косоугольное резание. Сечение срезаемого слоя при свободном резании. Толщина и ширина срезаемого слоя и их взаимосвязь с подачей и глубиной резания. Номинальное, действительное и остаточное поперечные сечения среза при несвободном резании. Высота остаточного сечения как характеристика шероховатости обработанной поверхности. Расчетные зависимости для определения высоты гребешков шероховатости. Понятие о силовом резании. Сечение среза при различных видах обработки резцами.

Вопросы

1. Свободное и несвободное, прямоугольное и косоугольное резание. Технологические и физические параметры обработки. Сечение среза и гребешки шероховатости при продольном точении.
2. Схема резания при подрезании торца. Технологические и физические параметры обработки. Сечение среза и гребешки шероховатости.
3. Схема резания при растачивании сквозных и глухих отверстий. Сечение среза и гребешки шероховатости.
4. Схема резания при отрезании. Основные технологические и физические параметры обработки. Сечение среза и гребешки шероховатости.
5. Схема резания при строгании. Основные технологические и физические параметры обработки. Сечение среза и гребешки шероховатости.

Литература: [1,2,13].

1.5. Процесс образования стружки

Деформация и разрушение срезаемого слоя при обработке хрупких материалов. Стружка надлома. Особенности процессов деформации и разрушения срезаемого слоя при обработке хрупко-пластичных и пластичных материалов. Вибрации при резании. Причины возникновения. Понятия о плоскостях скалывания и сдвига. Угол сдвига и угол действия. Усадка стружки как показатель пластической деформации элемента стружки. Виды стружек. Методы борьбы со сливной стружкой.

Нарост и его физическая сущность. Закономерности наростообразования и влияние на них свойств обрабатываемых и инструментальных материалов, режимов резания, геометрии инструмента и других факторов. Влияние наростообразования на качество обработанной поверхности.

Упрочнение поверхностного слоя. Понятие о глубине и степени наклепа. Влияние упрочнения на эксплуатационные свойства обработки поверхности.

Остаточные напряжения в поверхностном слое детали и их влияние на качество обработанной поверхности. Методы исследования наклепа и остаточных напряжений.

Вопросы

1. Процесс образования и виды стружек при обработке хрупких и пластичных материалов.
2. Способы борьбы со сливной стружкой.
3. Кинематическое стружкодробление. Условия перерезания стружки при вибрационном и дискретном резании.
4. Усадка стружки. Теоретические и экспериментальные способы определения коэффициента продольной усадки стружки
5. Влияние параметров обработки (V , S , δ) на коэффициент продольной усадки стружки.
6. Наростообразование при резании.

Литература: [1,2,13].

1.6. Силовые факторы при резании

Источники возникновения силы резания. Распределение давления на передней и задней поверхностях резца. Результирующая и составляющие силы резания. Теоретические уравнения силы резания, предложенные Зворыкиным и Кривоуховым. Экспериментальные методы определения составляющих силы резания. Аппроксимация результатов эксперимента и вывод общего уравнения силы резания. Мощность и энергозатраты процесса резания.

Вопросы

1. Силы резания. Источники возникновения сил сопротивления резанию. Результирующая и составляющая силы резания.
 2. Теоретическое уравнение силы резания (уравнение Зворыкина).
 3. Экспериментальные методы определения составляющих силы резания. Схемы динамометров.
 4. Методика обработки экспериментальных данных и получение частных зависимостей $P_z = f(t)$ и $P_z = f(s)$ Получение общей зависимости силы резания от режимных и других параметров.
 5. Зависимость составляющих силы резания от угла в плане ϕ резца и длины l_k криволинейного участка режущего лезвия.
 6. Работа и мощность при резании.
- Литература:* [7,13].

1.7. Теплота и температура в зоне резания

Источники образования теплоты. Тепловой баланс процесса резания. Измерение температуры в зоне резания: калориметрический метод, методы термопленок и термокрасок, термоэлектрические методы учета интенсивности термоэлектронной эмиссии в термopарах, фотоэлектрические методы регистрации теплового излучения отдельных участков инструмента и детали. Температурное поле в стружке, в обрабатываемой заготовке и инструменте. Влияние на температуру в зоне резания режимов резания, геометрических параметров инструмента, свойств обрабатываемого и инструментального материалов.

Методы снижения температуры в зоне резания. Группы СОЖ, твердые и аэрозольные среды, поверхностно-активные вещества (ПАВ). Смазывающее, охлаждающее и смывающее действие СОЖ и других смазывающе-охлаждающих технологических сред. Основные практические результаты их применения. Методы ввода СОЖ и дру-

гих технологических сред в зону резания. Общие требования к ним, в том числе с точки зрения техники безопасности и охраны природы.

Вопросы

1. Источники возникновения и распределения тепловых потоков в процессе резания, уравнения теплового баланса. Стационарное и нестационарное температурное поле.

2. Методы определения температуры в зоне резания.

3. Влияние элементов резания, физико-механических свойств обрабатываемого материала, геометрических параметров режущей части инструмента на температуру резания.

4. Смазочно-охлаждающие среды (жидкие и газообразные), механизм их действия и эффективность, способы подвода в зону резания.

Литература: [1,13].

1.8. Износ и разрушение лезвий металлорежущих инструментов

Условия трения на лезвиях и гипотезы, объясняющие механизм их изнашивания. Виды износа по задней и передней поверхностям резца и их количественные характеристики. Расчетные методы определения массы изношенных участков на задней поверхности, у вершины резца и лунок на передней поверхности режущего лезвия. Кривые износа и их характеристики. Интенсивность изнашивания. Разрушение режущих лезвий инструментов как результат образования и развития трещин. Влияние свойств обрабатываемого и инструментального материалов, динамики процесса резания и других факторов на микро- и макроразрушения. Особенности износа режущих лезвий при ротационном точении.

Вопросы

1. Гипотезы изнашивания режущего инструмента.

2. Внешняя картина изнашивания задней и передней поверхностей инструмента. Методы измерения величины износа. Измерение величины износа во времени.

3. Расчет изношенной массы задней поверхности лезвия резца при равновеликом его износе.

4. Расчет массы изношенной части передней поверхности резца.

Литература: [1,7,13].

1.9. Стойкость инструмента и скорость резания

Технологические и физические критерии износа режущих инструментов. Понятие о стойкости инструмента. Зависимость стойкости от скорости резания, толщины и ширины среза, твердости обрабатываемого материала. Стойкость наибольшей производительности и наименьшей себестоимости. Норма износа и ресурс работоспособности инструмента. Скорость резания как функция стойкости режущего инструмента, режимных параметров и свойств обрабатываемого и инструментального материалов. Обобщенное уравнение для определения скорости резания.

Вопросы

1. Критерии износа режущих инструментов.
2. Стойкость инструментов и ее зависимость от скорости резания, элементов сечения среза и других факторов.
3. Вывод формулы для определения скорости резания при обработке резцами.

Литература: [1,7,13].

1.10. Методика назначения режимов резания при обработке резцами

Методика назначения режимов резания при одноинструментной обработке резцами. Выбор конструкции и назначение стойкости режущего инструмента, установление глубины резания и числа проходов в зависимости от требуемой величины шероховатости и точности обрабатываемой поверхности, выбор подачи, назначение скорости резания и расчет частоты вращения шпинделя или частоты двойных ходов резца, расчет силовых параметров резания. Расчет режимов резания на многорезцовых и многошпиндельных токарных и других станках. Режимы резания на автоматических линиях.

Вопросы

1. Методика расчета режимов резания при точении аналитическим и табличным методами.
2. Методика расчета режимов резания при строгании и долблении.

Литература: [1,2,5,13].

Раздел 2. ВИДЫ МНОГОЛЕЗВИЙНОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ И ПРИМЕНЯЕМЫЙ РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

2.1. Сверление, зенкерование, развертывание

Технологическое назначение сверления. Спиральные сверла из быстрорежущей стали: их основные конструктивные и геометрические параметры. Подача, глубина резания, сечение среза, силы резания и крутящий момент при сверлении. Виды износа сверл. Скорость резания и влияние на нее различных технологических факторов. Виды заточек спиральных сверл. Сверла, оснащенные твердым сплавом: их конструктивные и геометрические особенности. Сверла для глубокого сверления, работающие: по принципу двухстороннего резания – спиральные с внутренним подводом охлаждающей жидкости, шнековые, перовые, эжекторные; по принципу одностороннего резания – пушечные, ружейные; по принципу кольцевого резания – кольцевые.

Технологическое назначение зенкерования. Конструкция и геометрия цельного спирального зенкера из быстрорежущей стали. Конструктивные особенности составных и сборных зенкеров.

Технологическое назначение разверток. Конструкции и геометрия цельных цилиндрических разверток из быстрорежущей стали. Твердосплавные составные и сборные, а также специальные конструкции разверток.

Сечение среза, силы резания, износ и допустимая скорость резания при рассверливании, зенкерования и развертывании. Расчет режимов резания и машинного времени при обработке осевым инструментом.

Вопросы

1. Основные конструктивные и геометрические параметры спирального сверла.
2. Угол наклона винтовой линии сверла, характер его изменения в зависимости от диаметра инструмента.
3. Характер изменения переднего угла вдоль главной режущей кромки спирального сверла.
4. Характер изменения заднего угла вдоль главной режущей кромки спирального сверла.

5. Скорость резания при сверлении. Виды подточек сверла.
 6. Классификация зенкеров. Назначение и достигаемые характеристики качества обработки. Примеры конструктивного исполнения.
 7. Классификация разверток. Конструкция и геометрия машинных и ручных разверток. Назначение и достигаемые характеристики качества обработки.
 8. Сечение среза при сверлении и рассверливании.
 9. Силы резания и мощность при сверлении.
 10. Расчет диаметра развертки.
 11. Регулируемые развертки.
 12. Сечение среза при зенкеровании и развертывании
 13. Силы резания и мощность при зенкеровании и развертывании.
- Литература:* [1,2,7,13].

2.2. Фрезерование

Технологическое назначение и виды фрезерования. Конструкции и геометрия цилиндрических и дисковых фрез. Основные режимные параметры и сечение среза. Условие равномерности фрезерования. Методика проектирования дисковых фрез с остроконечным и затылованным зубом.

Торцевое фрезерование. Конструкция и геометрия концевых и торцевых фрез. Режимные параметры и сечение среза. Силы резания, износ и допустимая скорость резания.

Расчет режимов резания и машинного времени обработки при фрезеровании.

Вопросы

1. Виды фрезерования, примеры схем обработки. Параметры обработки при фрезеровании
2. Область применения, конструкции и геометрические параметры фрез, работающих по принципу цилиндрического фрезерования.
3. Область применения, конструкция и геометрия фрез, работающих по принципу торцевого фрезерования.
4. Сечение среза при цилиндрическом фрезеровании фрезами с прямыми зубьями.
5. Сечение среза при торцевом фрезеровании.

6. Виды торцового фрезерования.
7. Скорость резания при фрезеровании.
8. Силы резания и мощность при фрезеровании.

Литература: [1,2,7,13].

2.3. Прошивание и протягивание

Прошивание как метод обработки внутренних поверхностей деталей. Выглаживающие, деформирующие и режущие прошивки; их составные части. Достоинства и недостатки прошивок. Конструктивные особенности протяжек. Классификация протяжек по виду протягивания – внутренние и наружные; по конструктивному оформлению – цельные и сборные. Особенности геометрии режущих и деформирующих зубьев внутренних и наружных протяжек. Схемы резания при протягивании и соответствующие им сечения среза. Режимы резания при протягивании: скорость резания, подача на зуб и толщина среза, глубина резания и ширина среза. Силы резания и производительность обработки, особенности износа зубьев протяжки. Проектирование протяжек.

Вопросы

1. Прошивание, область применения и конструкция прошивки.
2. Протягивание, конструктивные и геометрические параметры протяжек. Виды протягивания.
3. Профильная схема резания при протягивании, сечение среза, силы резания, допустимая скорость резания.
4. Генераторная схема резания, технологические преимущества по сравнению с профильной схемой резания.
5. Групповая схема резания при протягивании, сечение среза каждым зубом секции, силы резания, преимущества по сравнению со схемами одинарного резания.

Литература: [2,7,9,13].

2.4. Методы резбообразования и резбообразующий инструмент

Конструкции резбонарезных резцов. Основные схемы нарезания резьбы резцами. Конструкция резбонарезной гребенки. Схемы

резания, сечение среза. Нарезание резьбы метчиками и плашками. Конструктивные и геометрические параметры метчика и плашки. Понятие о резьбонарезных головках. Конструкции головок с круглыми, плоскими радиальными и плоскими тангенциальными плашками. Эффективность применения. Сечение среза, крутящий момент, износ, допустимая скорость резания при нарезании резьбы гребенчатым инструментом. Режимы резания и машинное время обработки.

Принципиальные схемы нарезания резьбы фрезами. Особенности конструкции одноконтурных и многоконтурных фрез. Вихревое нарезание резьбы. Основные режимные параметры, сечение среза и машинное время обработки при резьбофрезеровании.

Схема выдавливания и конструкция безстружечного метчика. Преимущества и недостатки метода.

Сущность процесса накатывания. Резьбонакатные инструменты с заборной частью – резьбонакатные плоские и круглые плашки. Резьбонакатные инструменты без заборной части – резьбонакатные ролики и резьбонакатные головки. Достоинства и недостатки резьбонакатных инструментов.

Вопросы

1. Профильная и профильно-генераторная схемы нарезания резьбы резцом.
2. Нарезание резьбы резьбонарезной гребенкой, конструкция и геометрическая схема резания, сечение среза.
3. Конструктивные и геометрические параметры метчика, сечение среза, скорость и силы резания при нарезании резьбы метчиками.
4. Конструктивные и геометрические параметры плашки, сечение среза, скорость и силы резания при нарезании резьбы плашками.
5. Резьбонарезные головки.
6. Резьбонакатные плашки и другие накатные инструменты с заборной частью.
7. Способы накатывания резьбы инструментом без заборной части.
8. Нарезание резьбы одноконтурной и многоконтурной фрезой.
9. Вихревое нарезание резьбы.

Литература: [2,7,13].

2.5. Зубообразование

Нарезание зубьев по методу копирования: фрезерование модульными фрезами, долбление зубодолбежными головками, протягивание межзубых впадин протяжками.

Нарезание зубьев по методу обкатки или огибания. Сущность метода. Долбление зубьев цилиндрических колес зуборезными гребенками и долбяками. Конструктивные особенности и геометрические параметры зубодолбежного инструмента. Сечение среза, скорость, силы резания и машинное время при зубодолблении.

Нарезание цилиндрических и червячных колес червячными фрезами. Конструкция и геометрия червячных фрез. Сечение среза, скорость, силы резания и машинное время при зубофрезеровании. Понятие о зубофрезеровании неэвольвентных профилей. Червячные фрезы для нарезания шлицевых валов.

Накатывание зубьев инструментами, имеющими приемную часть. Накатывание зубьев сразу по всей длине за счет сближения осей инструмента и заготовки.

Отделочные методы обработки зубчатых профилей. Шевингование. Сущность метода и виды шевингования. Конструктивные типы шеверов.

Вопросы

1. Нарезание зубьев зубчатых колес по методу копирования.
2. Зубодолбление зуборезной гребенкой, схема резания, конструктивные особенности и геометрические параметры инструмента.
3. Зубодолбление долбяками. Классификация долбяков, схема резания, геометрические параметры инструмента.
4. Нарезание зубчатых профилей червячными фрезами.
5. Нарезание зубьев косозубых цилиндрических колес.
6. Нарезание неэвольвентных профилей червячными фрезами.
7. Накатывание зубчатых профилей.
8. Шевингование зубчатых профилей, схема резания и применяемый инструмент.

Литература: [1,2,7,13].

2.6. Абразивная обработка

Виды абразивной обработки и применяемый абразивный инструмент – шлифовальные круги, шлифовальные головки, бруски, лента. Состав и структура абразивных инструментов. Абразивные материалы и их свойства. Связующие вещества и наполнители. Износ и засаливание режущей поверхности шлифовальных кругов и брусков. Твердость абразивных инструментов и ее влияние на восстановление их режущей способности посредством самозатачивания. Принудительная правка профиля шлифовального круга и применяемый инструмент. Сущность процесса шлифования. Виды шлифования. Круглое наружное и внутреннее шлифование. Бесцентровое шлифование. Плоское шлифование перефирией и торцем круга.

Шлифование резьбы одноконтурными и многоконтурными шлифовальными кругами. Зубошлифование. Шлифование профильными кругами по методу копирования, червячными и плоскими кругами по методу обкатки.

Понятие о процессах хонингования, суперфиниширования, полирования и доводки.

Вопросы

1. Абразивный шлифовальный круг и его характеристики.
 2. Виды и характеристики абразивных материалов, применяемых в шлифовальных кругах.
 3. Виды связок, применяемых в шлифовальных кругах, и их характеристики. Понятие о твердости шлифовального круга.
 4. Алмазный круг и его характеристики.
 5. Эльборовый круг и его характеристики.
 6. Износ и затупление зерен шлифовального круга и восстановление режущей способности абразива.
 7. Элементы режима резания при шлифовании. Скоростное и силовое шлифование.
 8. Виды шлифования наружных цилиндрических поверхностей.
 9. Виды шлифования внутренних цилиндрических поверхностей.
 10. Виды шлифования плоских поверхностей.
 11. Шлифование резьбы.
 12. Шлифование зубчатых профилей.
 13. Силы и мощность при обработке шлифовальными кругами.
- Литература:* [1,2,7,13].

Глава 2. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Контрольная работа включает задачи по расчету режимов резания при токарной обработке, при обработке отверстий осевыми инструментами и фрезерной обработке.

2.1. Токарная обработка

Исходные данные для расчета режимов резания по вариантам представлены на рисунке 2.1 и в таблице 2.1. В соответствии с условиями задачи необходимо: выбрать типоразмер токарно-винторезного станка; подобрать конструкцию режущего инструмента; назначить стадии (маршрут) обработки; изобразить схемы резания; рассчитать режимы резания, машинное время и количество инструмента, необходимое для обработки заданной партии заготовок. Расчеты произвести для всех технологических переходов.

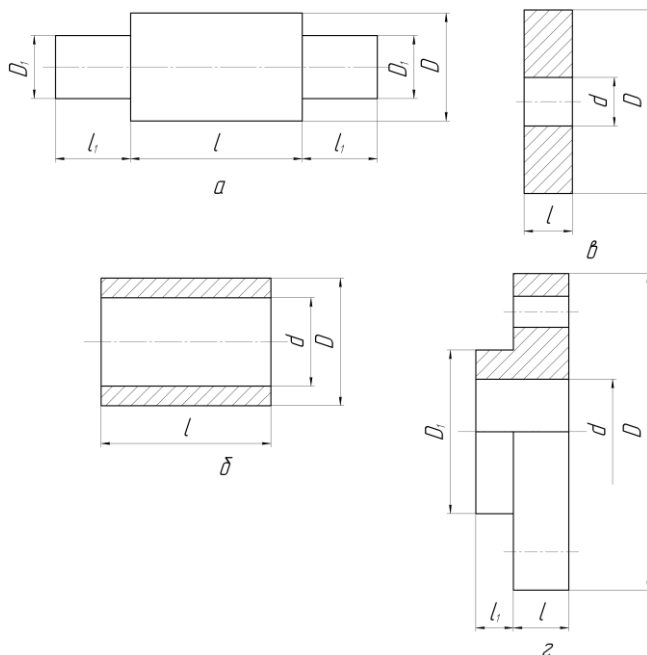


Рисунок 2.1 – Чертеж заготовки:
 a – вал; b – втулка; v – диск; z – фланец

Таблица 2.1 – Исходные данные для токарной обработки

№	Обрабатываемый материал	Заготовки								Деталь					Объем партии заготов., шт.
		форма	Способ получения	Квалитет, IT	Размеры					Шерохов. Ra, мкм	Квалитет, IT	Измененный размер			
					D ₁ , мм	D, мм	d, мм	l ₁ , мм	l, мм			D, мм	d, мм	l, мм	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	40X	вал	прокат	15	30	50		50	150	6.3	12	40			1000
2	Сталь45		прокат	16	60	85		30	180	12.5	13	75			5000
3	20X		прокат	15	40	60		70	120	6.3	12	52			7000
4	30X		прокат	16	50	70		80	130	12.5	13	58			8000
5	38XA		прокат	15	45	58		40	165	6.3	12	50			6000
6	СЧ25		отливка без корки	16	60	80		30	100	12,5	13	10			3000
7	СЧ35		отливка с коркой	17	65	90		90	110	12,5	13	78			2000
8	БрАЖН 11-6-6		отливка с коркой	17	60	80		40	100	12,5	13	69			1000
9	Сталь 20	штулка	холодно-деформи- ров. труба	15		24	12		70	6,3	12		20		1000
10	Сталь10			15		48	28		85	6,3	12		36		500
11	Сталь35			15		100	70		68	6,3	12		80		500
12	Сталь10		горяче-деформи- ров. труба	15		140	100		85	6,3	12		110		1000
13	Сталь20			15		110	70		80	6,3	12		82		2000
14	Сталь10			15		80	58		70	6,3	12		66		1500

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
15	20X	втул-ка	горяче-деформи-ров. труба	15		170	122		80	6,3	12		130		1500
16	15X			15		180	140		60	6,3	12		148		2000
17	40X	диск	прокат	15		120	42		40	6,3	12		50		500
18	Сталь45		прокат	16		200	70		50	12,5	13		80		1000
19	20X		прокат	15		180	37		45	6,3	12		45		1500
20	30X		прокат	16		150	35		50	12,5	13		42		2000
21	40X2H2 MA		прокат	15		130	52		30	6.3	12		60		5000
22	СЧ25		отливка без корки	17		160	70		52	12,5	13		80		3000
23	СЧ35		отливка с коркой	17		180	60		44	12,5	13		70		1000
24	БрАЖН 10-4-4		отливка с коркой	17		150	43		42	12,5	13		50		1000
25	20X	фла-нец	штампов-ка	16	90	130		60	52	6,3	12			44	2000
26	Сталь20		штампов-ка	16	80	150		50	44	6,3	12			36	500
27	40X		штампов-ка	16	70	170		50	40	6,3	12			35	800
28	Сталь45		штампов-ка	16	80	160		58	48	6,3	12			40	1200
29	30X		штампов-ка	16	90	180		30	50	6,3	12			44	1500
30	СЧ25		отливка без корки	17	90	160		50	38	12,5	13			32	1300
31	Сталь 20		прокат	15	30	50		50	100	6,3	12	42			1000

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
32	20X	штулка	горяче-деформиров. труба	16		90	70		60	12,5	13		78		1800
33	Сталь 45	диск	прокат	15		200	60		50	6,3	12		68		800
34	СЧ 35	фланец	отливка с коркой	17	55	120		38	66	12,5	13			60	1000
35	СЧ 25	фланец	отливка с коркой	17	64	115		75	76	6,3	12			70	1200
36	Сталь 35	штулка	холодно-деформиров. труба	16		120	80		30	6,3	12		88		800
37	20X	штулка	горяче-деформиров. труба	16		100	60		40	6,3	12		67		2000
38	30X	диск	прокат	16		160	52		55	6,3	12		60		1000
39	СЧ 25	фланец	отливка без корки	17	45	65		30	86	12,5	13			80	900
40	20X	вал	прокат	16	35	50		35	50	6,3	12	44			1400
41	Сталь 20	вал	прокат	15	40	65		30	80	6,3	12	53			1000
42	30X		прокат	16	50	80		50	100	12,5	13	68			5000
43	40ХН		прокат	15	30	60		40	90	6,3	12	48			2000
44	40X		прокат	16	60	90		55	110	12,5	12	80			4000
45	30ХГС		прокат	15	40	70		35	90	6,3	12	54			1000
46	38ХА		отливка	15	50	90		40	160	6,3	12	81			3000
47	СЧ 25		без корки	16	30	50		50	150	12,5	13	40			2000

Окончание таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
48	СЧ 35	вал	отливка с коркой	17	40	60		75	120	125	13	54			5000
49	Сталь 10	втулка	холодно-деформированная труба	15		30	16		80	6,3	12		20		2000
50	Сталь 35			15		40	20		70	6,3	12		26		2000
51	20X			15		60	30		80	6,3	12		40		1000
52	15X			15		100	40		90	6,3	12		50		2000
53	Сталь 45		горяче-деформированная труба	15		80	60		70	6,3	12		68		1500
54	40X			15		110	50		95	6,3	12		60		2000
55	30X			15		120	80		90	6,3	12		90		1500
56	Сталь 10			15		70	50		75	6,3	12		60		1000
57	30X	диск	прокат	15		160	40		50	6,3	12		52		1500
58	20X		прокат	16		180	35		40	12,5	13		48		1000
59	Сталь 45		прокат	15		140	44		45	6,3	12		57		2000
60	40X		прокат	16		160	52		50	12,5	13		62		1500

2.2. Обработка осевыми инструментами

Исходные данные для расчета режимов резания по вариантам представлены в таблице 2.2. В соответствии с условиями задачи необходимо: выбрать типоразмер вертикально-сверлильного станка; назначить маршрут обработки в зависимости от заданных требований качества обработанной поверхности; подобрать конструкции режущих инструментов для каждой стадии обработки; изобразить схемы резания (пример на рисунке 2.2); рассчитать режимы резания, машинное время и количество инструмента, необходимое для обработки заданной партии заготовок. Расчеты произвести для всех технологических переходов.

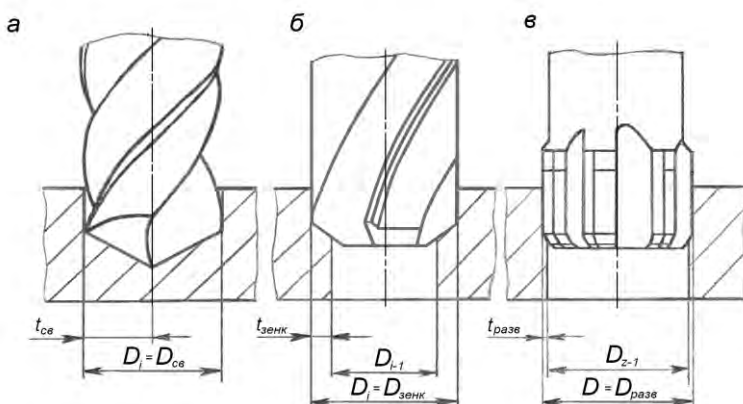


Рисунок 2.2 – Схемы резания при обработке отверстий: сверление сплошного материала (а), зенкерование (б) и развертывание (в)

Таблица 2.2 – Исходные данные для обработки осевыми инструментами

Вариант	Обрабатываемый материал	Твердость НВ	Заготовка			Деталь					Объем партии заготовки, шт
			Способ получения	Состояние поверхности	Диаметр, мм	Тип отверстия	Шероховатость, Ra, мкм	Диаметр, мм	Длина, мм	Квалитет IT	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	18ХГТ	187	поковка	с коркой	0	глухое	2,5	30	15	9	800
2	Сталь 45	229	прокат	без корки	0	сквозное	2,5	25	100	9	500
3	У10	207	прокат	без корки	0	глухое	1,25	40	50	8	300
4	СЧ25	190	отливка	с загрязненной коркой	60	сквозное	2,5	80	160	9	1000
5	СЧ15	180	отливка	с коркой	10	глухое	2,5	26	20	8	2000
6	18ХГТ	217	поковка	с коркой	50	сквозное	5	80	180	9	1000
7	35Х	197	поковка	с коркой	30	сквозное	2,5	45	20	8	1500
8	ШХ15	190	прокат	без корки	10	глухое	5	30	80	9	900
9	АК4	100	поковка	с коркой	0	сквозное	2,5	10	50	8	800
10	АЛ7	90	отливка	с нормальной коркой	0	глухое	10	32	40	10	700
11	КЧ33-8	163	отливка	с загрязненной коркой	30	сквозное	10	50	90	10	2000

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
12	Сталь 30	179	прокат	без корки	0	глухое	2,5	16	24	8	1000
13	Сталь 20	163	прокат	без корки	0	сквозное	2,5	22	42	8	1500
14	15ХФ	187	поковка	с коркой	40	сквозное	5	55	65	9	1800
15	20ХН	197	поковка	с коркой	30	глухое	10	38	50	9	3000
16	АЛ4	70	отливка	с коркой	10	глухое	5	35	28	9	1000
17	АЛ19	80	отливка	с нормальной коркой	0	глухое	10	28	15	10	500
18	ЛА77-2	100	отливка		20	глухое	20	45	30	11	800
19	30ХРА	241	прокат	без корки	30	сквозное	10	40	40	10	2000
20	30ХМ	229	прокат	без корки	20	сквозное	5	25	48	9	2500
21	20Х	179	прокат	без корки	0	сквозное	10	15	50	10	8000
22	КЧ30-3	201	прокат	без корки	15	сквозное	5	35	18	9	2200
23	40Х	217	прокат	без корки	20	глухое	2,5	30	45	8	300
24	Сталь 45	229	прокат	без корки	0	сквозное	2,5	32	60	8	500
25	СЧ25	190	отливка	с коркой	24	сквозное	5	40	10	9	800
26	СЧ35	210	отливка	с коркой	0	глухое	5	32	40	9	1200
27	30Х	187	прокат	без корки	12	сквозное	2,5	20	48	8	1800
28	ШХ15	190	поковка	с коркой	0	сквозное	2,5	20	50	8	2000
29	40Х	217	прокат	без корки	22	сквозное	5	30	50	9	1400
30	Сталь 50	241	прокат	без корки	10	глухое	2,5	16	30	8	1000
31	20Х	179	прокат	без корки	18	глухое	2,5	25	45	8	2000
32	45Х	229	прокат	без корки	12	сквозное	2,5	20	38	8	500
33	СЧ30	230	отливка	с коркой	0	сквозное	5	26	50	9	300
34	СЧ35	240	отливка	с коркой	18	сквозное	2,5	27	64	8	1350
35	20Х13	160	прокат	без корки	28	сквозное	2,5	30	50	9	1000
36	Сталь45	229	прокат	без корки	18	сквозное	2,5	40	60	8	1200

Окончание таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
37	СЧ35	210	отливка	с коркой	0	сквозное	2,5	30	40	9	2000
38	30ХМ	229	прокат	без корки	20	глухое	20	45	30	11	1000
39	Сталь 20	163	прокат	без корки	0	сквозное	2,5	18	50	8	1200
40	20ХН	197	поковка	с коркой	20	глухое	10	28	40	9	1500
41	40Х	217	поковка	с коркой	32	глухое	5	42	40	9	2000
42	Сталь 45	229	поковка	с коркой	32	глухое	10	52	65	10	3000
43	У10А	212	прокат	без корки	16	глухое	5	46	44	9	2400
44	ХВГ	255	прокат	без корки	0	сквозное	2,5	28	60	8	3200
45	40 ХС	255	поковка	с коркой	0	глухое	2,5	12	30	8	4000
46	40 ХН	207	прокат	без корки	40	глухое	2,5	78	80	9	5000
47	СЧ 25	190	отливка	с загрязнен- ной коркой	40	сквозное	5	52	100	9	3500
48	СЧ 30	220	отливка		0	глухое	5	25	30	9	1000
49	40 ХС	255	поковка	с коркой	20	глухое	5	40	45	9	800
50	40 ХН	207	прокат	без корки	32	сквозное	10	62	60	10	1800
51	ШХ15	190	поковка	с коркой	20	сквозное	2,5	42	48	9	3000
52	15Х	179	прокат	без корки	0	глухое	5	20	40	9	2000
53	Р9К5	269	прокат	без корки	0	глухое	2,5	35	50	9	5500
54	12ХН2	207	прокат	без корки	16	сквозное	10	46	70	10	3200
55	СЧ10	120	отливка	с загрязнен- ной коркой	20	сквозное	10	40	44	10	2000
56	СЧ35	230	отливка		30	глухое	5	50	60	9	3000
57	ШХ15СГ	195	поковка	с коркой	0	глухое	5	30	40	9	1800
58	38 ХГН	229	прокат	без корки	0	сквозное	2,5	40	56	9	3600
59	40ХН	207	прокат	без корки	0	сквозное	1,25	10	30	7	2800
60	Сталь 30	179	поковка	с коркой	32	глухое	2,5	62	48	9	3500

2.3. Фрезерование

2.3.1. Фрезерование плоскости

Исходные данные для расчета режимов резания по вариантам представлены на рисунке 2.3 и в таблице 2.3. В соответствии с условиями задачи необходимо: выбрать тип и модель фрезерного станка; назначить маршрут обработки в зависимости от заданных требований качества обработанной поверхности; подобрать необходимый типоразмер торцевой или цилиндрической фрезы; изобразить соответствующие схемы резания; рассчитать режимы резания, машинное время и количество инструмента, необходимое для обработки заданной партии заготовок.

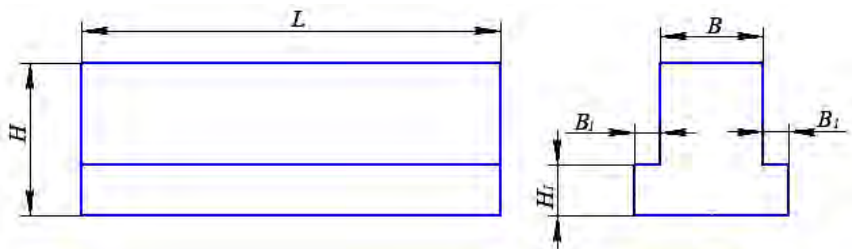


Рисунок 2.3 – Чертеж заготовки

Таблица 2.3 – Исходные данные для фрезерования плоскости

Вариант	Обрабатываемый материал	Твердость HB	Параметры заготовки						Параметры обработанной поверхности				
			Состояние поверхности	Обработка (вид фрезы)	L, мм	H, мм	B, мм	IT	L, мм	Измененный размер	IT	R _a , мкм	Объем партии заготовок, шт
										H, мм			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Сталь 45	229	без корки	торцовая	120	60	46	16	120	55	12	12,5	1000
2	12X13	$\sigma_{в}$, МПа 600	без корки	торцовая	200	50	80	17	70	42	11	6,3	2000
3	СЧ10	120	с коркой	торцовая	280	120	100	16	280	115	12	12,5	2500
4	ВЧ35	170	с коркой	торцовая	400	80	130	17	120	75	12	12,5	3000
5	КЧ30-6	163	без корки	торцовая	300	180	120	16	300	172	11	6,3	4000
6	БрАЖ9-4	100	без корки	торцовая	240	65	105	17	75	58	11	6,3	5000
7	АК4	100	с коркой	торцовая	180	100	80	16	180	94	12	12,5	6000
8	40Х	217	с коркой	торцовая	350	250	80	17	350	240	12	12,5	7000
9	СЧ35	179	без корки	торцовая	260	55	90	16	65	50	11	6,3	8000
10	КЧ65-3	269	без корки	торцовая	200	100	70	17	200	94	11	6,3	9000
11	ЗОХГТ	229	с коркой	торцовая	400	200	130	16	400	194	12	12,5	10000

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
12	95X18	$\sigma_{в}$, МПа 900	с коркой	торцовая	500	90	180	17	125	86	12	12,5	2000
13	СЧ20	143	без корки	торцовая	240	200	105	16	240	194	12	12,5	1000
14	ВЧ40	202	без корки	торцовая	120	30	46	17	120	25	11	6,3	500
15	Сталь 45	229	с коркой	торцовая	260	180	112	16	260	172	11	6,3	800
16	12X13	$\sigma_{в}$, МПа 600	с коркой	торцовая	260	60	100	17	90	54	11	6,3	1200
17	СЧ10	120	без корки	торцовая	500	230	180	16	500	220	12	12,5	1500
18	ВЧ35	170	без корки	торцовая	300	70	120	17	95	66	12	12,5	2000
19	КЧ30-6	163	с коркой	торцовая	240	200	105	16	240	194	11	6,3	2500
20	БрАЖ9-4	100	с коркой	торцовая	180	40	80	17	60	34	11	6,3	3000
21	ВЧ35	170	с коркой	торцовая	500	90	140	17	130	85	12	12,5	4000
22	АК4	100	с коркой	торцовая	170	90	70	16	170	84	12	12,5	5000
23	БрАЖ9-4	100	без корки	торцовая	340	75	115	17	85	68	11	6,3	3000
24	СЧ10	120	без корки	торцовая	450	210	180	16	450	200	12	12,5	2000
25	Сталь 45	229	с коркой	торцовая	280	190	110	16	280	182	11	6,3	1000
26	КЧ30-6	163	с коркой	торцовая	260	220	115	16	260	204	11	6,3	3000
27	40X	217	с коркой	торцовая	300	200	40	17	300	190	12	12,5	4000
28	СЧ35	179	без корки	торцовая	240	50	70	16	60	45	11	6,3	6000
29	ЗОХГТ	229	с коркой	торцовая	300	100	120	16	300	90	12	12,5	7000

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
30	СЧ20	143	без корки	торцовая	250	210	115	16	250	204	12	12,5	2000
31	Сталь 20	163	с коркой	цилиндрическая	90	60	80	16	190	54	11	6,3	1500
32	Сталь 40	217	с коркой	цилиндрическая	250	80	100	17	250	72	12	12,5	3000
33	СЧ35	179	без корки	цилиндрическая	300	70	80	16	300	64	11	6,3	2000
34	КЧ65-3	269	с коркой	цилиндрическая	170	60	50	17	170	56	12	12,5	2500
35	Сталь 45	229	с коркой	цилиндрическая	150	36	80	17	150	30	12	12,5	500
36	СЧ20	143	с коркой	цилиндрическая	190	60	110	17	190	55	12	12,5	1500
37	ВЧ40	202	с коркой	цилиндрическая	100	28	70	17	100	20	12	12,5	700
38	У8А	187	без корки	цилиндрическая	250	70	80	16	250	62	12	12,5	800
39	25ХГТ	217	без корки	цилиндрическая	240	60	100	16	240	50	11	6,3	3500
40	50ХН	207	без корки	цилиндрическая	180	65	80	16	180	56	11	6,3	3000
41	20ХН3А	255	без корки	цилиндрическая	400	190	130	16	400	180	11	6,3	2000
42	38Х2Ю	229	без корки	цилиндрическая	300	80	110	17	250	70	12	12,5	500
43	СЧ30	220	без корки	цилиндрическая	180	60	60	17	180	52	12	12,5	300
44	СЧ 20	143	с коркой	цилиндрическая	220	70	70	16	220	64	11	6,3	3000
45	ВЧ60	277	с коркой	цилиндрическая	300	40	80	16	300	35	11	6,3	2200
46	Сталь 45	229	без корки	цилиндрическая	250	60	80	16	250	54	11	6,3	800
47	12Х13	$\sigma_{в, МПа}$ 600	с коркой	цилиндрическая	180	66	10	16	180	60	11	6,3	500

Окончание таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
48	СЧ20	143	без корки	цилиндрическая	260	86	100	16	260	80	12	12,5	1000
49	Сталь 20	163	с коркой	цилиндрическая	185	87	110	16	185	80	12	12,5	2500
50	ВЧ 40	202	с коркой	цилиндрическая	120	48	80	17	120	40	12	12,5	1000
51	25 ХГТ	217	без корки	цилиндрическая	200	50	90	16	200	42	11	6,3	3500
52	СЧ 30	220	без корки	цилиндрическая	170	40	65	17	170	34	12	12,5	500
53	Сталь 40	217	с коркой	цилиндрическая	240	70	90	17	240	62	12	12,5	2000
54	ВЧ 60	277	с коркой	цилиндрическая	100	38	60	16	100	32	11	6,3	1500
55	25ХМ	179	без корки	цилиндрическая	300	100	120	16	300	90	11	6,3	2000
56	Сталь 20	163	с коркой	цилиндрическая	160	72	100	16	160	64	12	12,5	2000
57	50 ХН	207	без корки	цилиндрическая	150	60	85	16	150	54	11	6,3	2500
58	СЧ 20	143	с коркой	цилиндрическая	300	70	80	16	300	64	12	12,5	1500
59	25 ХГТ	217	без корки	цилиндрическая	350	50	90	16	350	42	11	6,3	3000
60	12ХН2	207	без корки	цилиндрическая	150	60	50	16	150	62	11	6,3	2500

2.3.2. Фрезерование пазов и уступов

Исходные данные для расчета режимов резания по вариантам представлены на рисунке 2.4 и в таблице 2.4. В соответствии с условиями задачи необходимо: выбрать тип и модель фрезерного станка; назначить маршрут обработки в зависимости от заданных требований качества обработанной поверхности; подобрать необходимый типоразмер дисковой или концевой фрезы; изобразить соответствующие схемы резания (паз располагать по центру заготовки); рассчитать режимы резания, машинное время и количество инструмента, необходимое для обработки заданной партии заготовок.

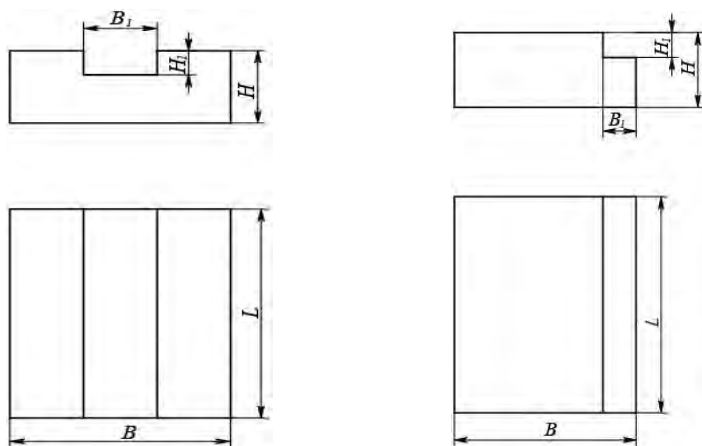


Рисунок 2.4 – Чертеж заготовки

Таблица 2.4 – Исходные данные для фрезерования сквозных пазов и уступов

Вариант	Обрабатываемый материал	Твердость НВ	Параметры заготовки					Параметры и форма обработанной поверхности							
			Состояние поверхности	L, мм	H, мм	B, мм	IT	Форма	Обработка (вид фрезы)	Размеры паза или уступа		IT	Ra, мкм	Объем партии заготовок, шт	
										H ₁ , мм	B ₁ , мм				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Сталь45	229	без корки	200	50	80	16	паз	дисковая	32	25	11	6,3	500	
2	12X13	σ_B , МПа 600	с коркой	120	60	46	17	паз	дисковая	40	20	10	6,3	800	
3	СЧ10	120	с коркой	280	120	100	16	паз	дисковая	32	15	12	12,5	1000	
4	ВЧ35	170	с коркой	180	120	100	17	паз	дисковая	5	10	11	6,3	1500	
5	КЧ30-6	163	с коркой	400	80	130	16	уступ	дисковая	40	26	10	6,3	2000	
6	БрАЖ9-4	100	с коркой	200	100	70	17	уступ	дисковая	25	10	12	12,5	2500	
7	АК4	100	с коркой	180	100	80	16	уступ	дисковая	28	16	11	6,3	3000	
8	40 X	217	с коркой	350	100	80	17	паз	дисковая	10	20	10	6,3	7000	
9	СЧ35	179	с коркой	240	65	105	16	уступ	дисковая	30	32	12	12,5	9000	
10	КЧ65-3	269	с коркой	400	200	130	17	уступ	дисковая	20	25	11	6,3	1000	
11	30ХГТ	229	без корки	300	180	120	16	паз	дисковая	20	32	10	6,3	900	
12	95X18	σ_B , МПа 900	с коркой	280	180	120	17	паз	дисковая	20	18	12	12,5	900	

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
13	СЧ20	143	с коркой	180	40	80	16	уступ	дисковая	20	22	11	6,3	1000
14	ВЧ40	202	с коркой	240	200	105	17	паз	дисковая	16	12	10	6,3	9000
15	Сталь45	229	без корки	120	30	46	16	паз	дисковая	10	10	12	12,5	8000
16	12Х13	$\sigma_{в}$, МПа 600	с коркой	200	30	46	17	паз	дисковая	15	12	11	6,3	6000
17	СЧ10	120	с коркой	500	230	180	16	уступ	дисковая	48	40	10	6,3	4000
18	ВЧ35	170	с коркой	350	250	80	17	уступ	дисковая	30	25	12	12,5	2000
19	КЧ30-6	163	с коркой	120	250	80	16	паз	дисковая	10	6	11	6,3	1000
20	БрАЖ9-4	100	с коркой	280	60	100	17	паз	дисковая	15	32	10	6,3	500
21	АК4	100	с коркой	400	60	100	16	уступ	дисковая	48	25	12	12,5	2000
22	40Х	217	с коркой	260	180	112	17	уступ	дисковая	30	22	11	6,3	3000
23	СЧ35	179	с коркой	180	100	80	16	уступ	дисковая	40	40	10	6,3	1500
24	КЧ65-3	269	с коркой	280	100	80	17	паз	дисковая	20	14	12	12,5	4500
25	30ХГТ	229	без корки	300	70	120	16	уступ	дисковая	28	40	11	6,3	7500
26	20Х13	$\sigma_{в}$, МПа 1100	с коркой	240	200	105	17	уступ	дисковая	44	18	10	6,3	8000
27	СЧ20	143	с коркой	300	180	120	16	уступ	дисковая	30	25	12	12,5	800
28	ВЧ40	202	с коркой	400	200	130	17	уступ	дисковая	40	20	11	6,3	1000
29	40ХФА	241	без корки	240	60	80	16	паз	дисковая	14	20	11	6,3	800
30	Сталь 35	207	без корки	180	50	70	16	паз	дисковая	12	30	10	6,3	1500
31	18ХГ	187	без корки	150	60	80	16	уступ	концевая	40	40	11	6,3	1800
32	12ХН2	207	без корки	160	70	60	16	уступ	концевая	42	30	11	6,3	2000

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
33	Сталь 50	241	без корки	300	50	130	16	уступ	концевая	44	30	11	6,3	1500
34	35X	197	без корки	260	80	110	16	паз	концевая	30	10	11	6,3	2500
35	Сталь45	229	без корки	120	60	46	16	уступ	концевая	32	25	12	12,5	1000
36	12X13	σв, МПа 600	без корки	200	50	80	17	уступ	концевая	20	20	11	6,3	2000
37	СЧ10	120	с коркой	280	120	100	16	паз	концевая	12	15	12	12,5	2500
38	ВЧ35	170	с коркой	400	80	130	17	паз	концевая	5	10	12	12,5	3000
39	КЧ30-6	163	без корки	300	180	120	16	уступ	концевая	40	36	11	6,3	4000
40	БрАЖ9-4	100	без корки	240	65	105	17	паз	концевая	25	10	11	6,3	5000
41	ВЧ 35	170	с коркой	120	70	80	17	паз	концевая	20	10	11	6,3	1500
42	АК 4	100	с коркой	160	80	60	16	паз	концевая	25	16	11	6,3	3000
43	КЧ 30-3	201	с коркой	320	120	100	16	уступ	концевая	40	20	10	6,3	2500
44	Сталь 40	217	с коркой	200	100	70	17	паз	концевая	25	10	11	6,3	1000
45	20ХН3А	255	без корки	350	90	70	17	паз	концевая	7,5	20	10	6,3	2000
46	40X	217	с коркой	170	110	90	17	паз	концевая	5	10	11	6,3	1000
47	50ХН	207	без корки	190	90	60	17	паз	концевая	20	10	12	12,5	2000
48	СЧ 30	220	без корки	380	180	120	17	паз	концевая	20	25	11	6,3	1000
49	Сталь 45	229	без корки	180	90	80	16	уступ	концевая	40	40	10	6,3	2000
50	СЧ 35	179	без корки	290	60	110	16	уступ	концевая	22	30	11	6,3	5000
51	30 ХГТ	229	без корки	300	50	70	16	паз	концевая	20	25	11	6,3	2500
52	ВЧ 40	202	с коркой	220	180	95	17	уступ	концевая	54	18	10	6,3	3000
53	40 X	217	с коркой	150	70	60	16	уступ	концевая	20	28	11	6,3	2000
54	АК 4	100	без корки	260	40	120	16	уступ	концевая	38	50	11	6,3	2500
55	Сталь 45	229	без корки	230	50	100	17	паз	концевая	15	32	10	6,3	1000

Окончание таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
56	12Х13	$\sigma_{\text{в}}$, МПа 600	с коркой	240	65	105	16	паз	концевая	20	32	11	6,3	2000
57	Сталь 40	217	с коркой	170	90	70	16	уступ	концевая	28	16	11	6,3	1500
58	20ХН3А	255	без кор- ки	160	20	60	16	паз	концевая	10	22	11	6,3	3000
59	25ХГТ	217	без кор- ки	110	50	36	16	уступ	концевая	32	25	12	12,5	2000
60	50ХН	207	без кор- ки	190	40	70	17	паз	концевая	30	15	11	6,3	2000

2.4. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы

Прежде чем приступать к непосредственному решению задач, студенту необходимо восстановить, а в ряде случаев обновить имеющиеся у него знания по теории обработки конструкционных материалов резцами, осевым инструментом, фрезами.

Это может достигнуто путем изучения соответствующих разделов учебной программы на основе рекомендуемой литературы.

Использование для этой цели других учебников и учебных пособий по курсу, в том числе рекомендуемых для средних специальных учебных заведений, также возможно, если эта учебная литература издана не ранее 80-х годов прошлого столетия.

При решении указанных расчетных задач должен выполняться определенный, общий для всех задач алгоритм действий. В соответствии с этим алгоритмом необходимо:

- определиться, исходя из размеров заготовки, с применяемым станочным оборудованием;

- назначить маршрут (стадии) обработки в соответствии с исходными параметрами заготовки и требованиями качества обрабатываемой поверхности;

- выбрать режущий инструмент для каждой технологической стадии обработки, используя для этой цели соответствующие ГОСТы и справочники;

- рассчитать общий припуск на обработку и распределить его по технологическим переходам, т.е. назначить глубины резания на всех стадиях маршрута обработки исходя из требований качества на получистовых и чистовых и требований производительности на черновых переходах;

- дать схемы резания для каждого технологического перехода; при изображении заготовки и выбранного вида инструмента соблюдать общий линейный масштаб; указать на схемах глубины резания и длины элементов рабочего хода инструмента;

- рассчитать, используя табличные методы расчета, режимные параметры обработки (подачу, скорость резания, частоту вращения шпинделя, необходимую мощность резания) для каждого технологического перехода;

- назначить фактические значения режимных параметров с учетом паспортных данных выбранных моделей станков и провести

проверку возможности использования предварительно выбранного станочного оборудования по мощности;

– при недостаточной мощности главного привода выбранного типа станка либо скорректировать режимы резания в сторону их уменьшения, либо выбрать другой типоразмер станка, обеспечивающий возможность реализации рассчитанных режимов резания;

– рассчитать основное (машинное) время на каждой стадии обработки;

– определить для каждого технологического перехода количество инструмента в штуках, необходимое по нормам его расхода для обработки заданной партии заготовок.

При выборе станочного оборудования (если оно не оговорено в задании) считать, что токарные операции выполняются на токарно-винторезном, сверлильные – на вертикально-сверлильном, а фрезерные – на горизонтально-фрезерном (цилиндрическое фрезерование) или вертикально-фрезерном (торцевое фрезерование) станках. Технические характеристики указанных станков представлены в справочниках, например, [11].

Подробные паспортные данные представителей указанных типов станков: токарных моделей 1К62 и 16К20, вертикально-сверлильных моделей 2Н125 и 2Н135, вертикально-фрезерных моделей 6Р12 и 6Р13 приведены в приложении к задачку [3]. Выбор той или иной модели из гаммы однотипного станочного оборудования производить таким образом, чтобы габаритные размеры заготовки не превосходили максимально допустимых значений по техническим характеристикам станков: для токарно-винторезных – по диаметру и длине, для фрезерных – по длине и ширине рабочей поверхности стола.

При выборе вертикально-сверлильного станка исходить из того, что расчетный диаметр инструмента не должен превосходить наибольший условный диаметр сверления по техническим характеристикам станка.

Если указанным размерным условиям соответствуют несколько (или весь ряд) типоразмеров станков, то выбор должен быть сделан в сторону того станка, чьи габариты, а следовательно, масса и стоимость будет наименьшими.

При выборе маршрута обработки руководствоваться рекомендациями, приведенными в справочнике [5] для токарных (с. 26–28), фрезерных (с. 210–211) и сверлильных (без подрезки дна) операций (с. 509).

Определение вида технологического перехода осуществлять на основе анализа исходных данных задачи. Так, например, при решении первой задачи обратить внимание на изменяемый размер: если таковым является наружный диаметр, то очевидно, что это наружное обтачивание; если изменяемым размером является длина заготовки, то это подрезание торца; если изменяемым является внутренний диаметр заготовки, то это растачивание. Соответственно виду технологического перехода принимается тот или иной вид режущего инструмента: при обтачивании – проходной, при подрезании торца – подрезной и при обработке внутреннего диаметра заготовки – расточной резец.

При выборе геометрии резца исходить из свойств обрабатываемого и инструментального материалов (угол γ) и оптимальных условий резания (угол α). При выборе угла в плане φ учитывать конфигурацию заготовки: при обработке гладких поверхностей принимать $\varphi < 90^\circ$ ($\varphi = 45^\circ$ или 60°); при обработке поверхностей с препятствиями в конце хода в виде уступа или глухой стенки угол φ следует брать большим 90° .

Выбор конкретной конструкции резца производить по соответствующим ГОСТам и справочникам [4, 11, 12], отдавая предпочтение: для черновых и получистовых переходов – сборным твердосплавным резцам с многогранными неперетачиваемыми пластинами (МНП); для чистовых и отделочных переходов – сборным резцам, оснащенными либо пластинами из твердых сплавов, либо пластинами из сверхтвердых материалов, либо пластинами из режущей минерало- и металлокерамики.

При выборе осевого инструмента принимать: для операций сверления и рассверливания – спиральные сверла с коническим хвостовиком; для операций зенкерования – спиральные хвостовые или (в зависимости от диаметра обработки) насадные зенкера; для операций развертывания – цельные или сборные машинные развертки. При этом выбранный осевой инструмент может быть как быстрорежущим, так и твердосплавным. Марка инструментального материала осевого инструмента выбирается по соответствующим таблицам справочников [10, 11, 12], исходя из свойств заданного материала обрабатываемой заготовки.

Конкретную конструкцию осевого инструмента выбирать по справочникам [11, 12] с указанием в записке соответствующего ГОСТа. При этом диаметры сверл должны соответствовать стандартному размерному ряду [10, с. 137], а длины – нормальному ряду длин. Диаметры зенкеров и разверток можно принимать равными расчетным значениям (для зенкеров с точностью до десятой, а для разверток с точностью до сотой доли миллиметра).

Схемы резания с указанием диаметров обработки, глубин резания и элементов рабочего хода должны быть даны для каждого перехода, даже если они осуществляются одним типом осевого инструмента, например, черновым и чистовым зенкером.

При обработке плоскостей на фрезерных станках размеры фрез должны быть таковы, чтобы обеспечить снятие припуска с обрабатываемой поверхности заготовки за один переход. В связи этим диаметр торцевой и ширина цилиндрической фрез берутся большими ширины фрезерования В.

Для выбора конкретного диаметра торцевой фрезы можно воспользоваться данными таблицы 7 [5, с. 205], в соответствии с которой следует принимать одно из тех ее стандартных значений, которые помечены индексом Р (рекомендуемые).

Выбор диаметра цилиндрической фрезы, на величину которого оказывает влияние как ширина, так и глубина фрезерования, может быть также произведен по справочнику [5, таблица 16, с. 250].

При выборе размеров инструмента для обработки сквозного паза (или сквозные уступа) следует также стремиться к тому, чтобы заданные размеры детали были получены за один переход. Поэтому ширина дисковой (или диаметр концевой) фрезы должны выбираться (если это возможно) равными ширине паза или большими половины ширины уступа.

Фрезерный инструмент, также как и осевой, может быть быстрорежущим и твердосплавным. При выборе фрез по данному параметру предпочтительнее твердосплавные: цилиндрические с напаянными, торцевые – с многогранными неперетачиваемыми пластинами (МНП), а дисковые – со вставными ножами. Конкретный тип фрезы выбирать по справочникам [4, 11, 12] с указанием в записке соответствующего ГОСТа. Дисковая фреза для обработки уступов должна быть двухсторонней, а для обработки пазов – трехсторонней.

Схемы резания при фрезеровании давать в двух проекциях, что необходимо для изображения глубины и ширины срезаемого слоя заготовки, а также для представления всех элементов рабочего хода фрезы.

После выбора режущего инструмента и изображения схем резания для каждой стадии маршрута обработки следует приступить к расчету режимных параметров.

В учебной литературе расчет режимных параметров производится либо по степенным зависимостям с последующим умножением полученного результата на произведение поправочных коэффициентов, в свою очередь рассчитываемых по сложным формулам (аналитический метод), либо простым перемножением табличных значений искомой функции, найденных с использованием правил интерполирования, и числовых значений поправочных коэффициентов (табличный метод). Недостатком аналитического метода расчета режимных параметров является большая сложность математических выкладок и не очевидный для студента, имеющего малый практический опыт металлообработки, результат расчета, который в случае расчетной ошибки может быть воспринят студентом как правильный. Достоинством же табличного метода является простота расчетных формул и возможность сопоставления полученного результата с ближайшим табличными значениями искомой функции, что исключает возможность принятия результата, выходящего за пределы табличного диапазона, как правильного.

В связи с этим в данной контрольной работе рекомендуется при расчете режимных параметров пользоваться табличным методом, используя для этой цели справочник [6] или, что лучше, справочник [5]. При несовпадении исходных данных задачи и узловых точек таблиц указанных справочников табличные значения искомых режимных параметров находить путем интерполирования.

Расчет режимов резания следует начинать с расчета общего припуска на обработку и распределении его по технологическим переходам. Назначение глубин резания рекомендуется производить в порядке, обратном последовательности маршрута обработки, т.е. начиная с последнего и заканчивая первым технологическим переходом. Глубины резания на чистовой и получистовой стадиях токарной обработки не должны быть меньшим некоторого минимального значения, вели-

чина которого зависит от габаритов заготовки и точности обработки на предыдущем переходе (задается в справочнике [5, с. 28]).

Глубина резания на черновом переходе $t_{\text{черн}}$ определяется как разность между полным радиальным припуском и суммой установленных выше глубин резания на последующих переходах (чистовом и получистовом).

Величина $t_{\text{черн}}$ при точении не должна вызывать вибрации станка, т.е. она должна быть меньше некоторой предельной величины t_{max} , определяемой по карте 4 [5, с. 29–31] в зависимости от виброустойчивости системы. При несоблюдении указанного условия число черновых переходов должно быть увеличено: при этом большая часть среза $t_{\text{черн}}$ должна быть на первом черновом переходе.

Величины срезаемых припусков на сверлильных операциях определяются по такому же принципу, т.е. сначала задают глубины резания на чистовых и получистовых переходах, т.е. развертывании и зенкеровании, а затем (по остаточному принципу) находят глубину резания на первом (черновом) переходе. Таким переходом чаще всего является сверление (или рассверливание). Значения глубин резания для развертывания и зенкерования зависят от размеров отверстия и выбранной последовательности технологических переходов и могут быть определены по приложению 4 (с. 513) и карте 5 (с. 499) справочника [5]

Глубины резания при торцовом фрезеровании определяются в той же последовательности, т.е. сначала для чистового, а затем получистового переходов с учетом требований таблицы 3 (с. 212 [5]), после чего по остаточному принципу определяются глубина резания на черновом переходе. При цилиндрическом фрезеровании обработку вести за один переход. При обработке пазов и уступов концевой фрезой распределение припуска по рабочим ходам производить в соответствии с таблицей 25 (с. 272 [5]). При использовании дисковых фрез глубина резания не должна превышать длину торцевых участков зубьев. Это и определяет число необходимых для прорезания пазов и уступов стадий обработки.

При использовании табличного метода определения режимов резания искомые режимные параметры находят по формулам типа $y = y_t \times K$, где y – расчетный режимный параметр, y_t – его табличное значение, а K – это произведение ряда поправочных коэффици-

ентов, общее число и числовые значения каждого из которых даются в справочниках.

При точении в качестве искоемых режимных параметров выступают подача на оборот S (мм/об), скорость резания V (м/мин) и мощность резания N (кВт). Табличные значения параметров (S и V) и их поправочные коэффициенты задаются соответствующими картами в зависимости от вида токарной обработки, обрабатываемого и инструментального материала, габаритов заготовки и применяемого станочного оборудования.

Некоторую сложность составляет определение подачи при чистовом точении, так как в этом случае ее табличное значение определяется по двум отдельным картам: сначала исходя из заданных требований по точности обработки, а затем исходя из заданных требований по шероховатости. В обоих случаях расчетные значения подачи получают с учетом поправочных коэффициентов. Значения чистовой подачи, рассчитанные по разным критериям, могут не совпадать по величине, поэтому принимается меньшее из двух.

Известно, что инструментальный материал, применяемый для чистового точения, а это пластинки из твердых сплавов типа ТЗ0К4 или композитов на основе эльбора, тем более пластинки из минерало- и металлокерамики отличается хрупкостью. Поэтому выбранное значение чистовой подачи $S_{расч}$ должно быть сопоставлено с максимально допустимой по критерию прочности режущего лезвия подачей $S_{пр.мах}$, представленной в соответствующих картах справочника [5]. При этом должно соблюдаться условие $S_{расч} \leq S_{пр.мах}$. Если указанное условие не выдерживается, в качестве расчетной должна быть принята подача, определяемая требованием прочности режущего лезвия, т.е. $S_{пр.мах}$.

На основании полученных расчетных значений S и V определяют ближайшие меньшие фактические значения S и n по паспортным данным выбранной модели станка и уточняется фактическая величина V . Далее с учетом уже известных фактических значений t , S и V по соответствующим картам определяется табличное, а затем, с учетом поправочных коэффициентов, и расчетное значение мощности N . Если соблюдается условие $N \leq N_{эф}$, то можно переходить к последующим этапам расчета. При несоблюдении условия по мощности следует уменьшить скорость резания V за счет перехода к ближайшей

меньшей ступени частот вращения шпинделя выбранной модели станка. Если такой переход не приведет к результату $N \leq N_{\text{эф}}$, то одним из возможных путей снижения интенсивности обработки является переход от твердосплавного к быстрорежущему инструменту.

Возможным путем обеспечения расчетных режимов резания является также переход к более мощному типоразмеру из ряда станков выбранного типа.

При расчете основного (машинного) времени следует разобраться с методикой подсчета длин рабочего хода $L_{\text{р.х}}$ для разных технологических переходов. Уметь использовать для определения $L_{\text{р.х}}$ таблицы соответствующих справочников.

При расчете количества необходимого для обработки заданной партии заготовок режущего инструмента использовать нормы их расхода. Числовые данные расхода для каждого типа инструмента представлены в соответствующих картах справочника [5].

2.5. Основные требования по оформлению работы

Контрольную работу выполнять вручную, но разборчивым подчерком в ученических тетрадях, компьютерные распечатки не допускаются. На первой (заглавной) странице тетради указать фамилию и инициалы студента, номер группы, название факультета, название дисциплины. Решение задач предварять полной записью текста задачи и исходных данных с указанием номера варианта.

При решении задач соблюдать указанную в главе последовательность, сопровождая каждое действие необходимыми пояснениями. При выборе конкретных табличных значений искомых режимных параметров и поправочных коэффициентов к ним, указывать номера карт, приложений, страниц. При использовании формул давать пояснения используемым буквенным символам. Эскизы обработки с указанием направлений главного и вспомогательного движений резания выполнять в промежуточном рабочем положении инструмента относительно заготовки, соблюдая при этом реальные пропорции между размерами последних. Обрабатываемую и обработанную поверхности, а также поверхность резания выделять контурными линиями. Указать размер и достигаемые точность и шероховатость обработанной поверхности после каждого технологического перехода. На эскизах обработки указывать полную длину рабочего хода инструмента, а также длины составляющих рабочего хода.

Глава 3. КУРСОВАЯ РАБОТА

Курсовая работа состоит из двух частей: проектной и расчетной.

Проектная часть связана с расчетом и конструированием специального режущего инструмента – круглой протяжки. Расчетная часть включает три блока заданий по определению режимов резания на технологических операциях резьбонарезания, зубонарезания и шлифования.

3.1. Расчет и проектирование круглой протяжки

Рассчитать и спроектировать круглую протяжку для обработки отверстия в соответствии с исходными данными (по вариантам), представленными в таблице 3.1. Обосновать выбор конструкции протяжки (цельная, составная, сборная). Схему резания (одинарная или групповая) принять на основании сравнительных расчетов исходя из минимума длины режущей части протяжки. Конструктивное оформление зубьев протяжки выполнить в соответствии с выбранной схемой резания.

Параметр шероховатости R_a протянутой поверхности при точности отверстия Н9 – 2 мкм, Н8 – 1 мкм и Н7 – 0,5 мкм.

Чертеж протяжки с техническими условиями на ее изготовление выполнить на формате А3. Допускаются разрывы в изображении по шейке и режущей части протяжки.

Таблица 3.1 – Исходные данные для расчета и проектирование круглой протяжки

№	Материал заготовки и его твердость	Размеры отверстия	
		d, мм	l, мм
1	2	3	4
1	30Х, НВ 187	24Н7	48
2	18ХГ, НВ 187	44Н7	50
3	Сталь 40, НВ 217	27Н7	50
4	18ХГТ, НВ 217	30Н7	76
5	СЧ 20, НВ 207	32Н7	45
6	СЧ 35, НВ 210	26Н7	38
7	40Х, НВ 217	50Н7	74

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4
8	18ХГТ, НВ 217	35Н8	55
9	СЧ 15, НВ 163	42Н8	72
10	20Х, НВ 179	54Н8	60
11	40ХН, НВ 207	30Н8	70
12	СЧ 30, НВ 210	60Н8	80
13	У10А, НВ 212	45Н8	90
14	Сталь 50, НВ 241	40Н8	50
15	18ХГТ, НВ 217	55Н9	100
16	Сталь 40, НВ 217	28Н9	40
17	30ХМ, НВ 229	35Н9	70
18	СЧ 30, НВ 210	40Н9	85
19	СЧ 15, НВ 163	48Н9	90
20	СЧ 20, НВ 221	36Н9	70
21	20Х, НВ 179	24Н9	30
22	КЧ33-8, НВ163	50Н7	70
23	КЧ35-10, НВ163	65Н7	120
24	СЧ 35, НВ 230	48Н7	100
25	Сталь 50, НВ 241	55Н7	120
26	18ХГ, НВ 187	45Н7	95
27	40Г2, НВ 217	30Н8	70
28	Сталь 45, НВ 229	60Н8	120
29	СЧ 20, НВ 221	28Н8	50
30	У11А, НВ 212	30Н9	62
31	40Х, НВ 217	50Н9	90
32	Сталь 45, НВ 229	32Н9	50
33	20Х, НВ 179	52Н9	80
34	СЧ 20, НВ 221	40Н7	58
35	30Х, НВ 187	54Н8	75
36	20Х, НВ 179	55Н8	70
37	Сталь 40, НВ 217	36Н7	50
38	СЧ 15, НВ 163	28Н7	35
39	СЧ 20, НВ 207	25Н7	40
40	40Х, НВ 217	42Н8	52
41	60Г, НВ 269	44Н7	50
42	18ХГТ, НВ 217	26Н7	70
43	СЧ 25, НВ 210	36Н7	40
44	18ХГ, НВ 187	40Н8	60

Окончание таблицы 3.1

1	2	3	4
45	20Х, НВ 179	35Н8	44
46	СЧ 30, НВ 210	50Н8	65
47	Сталь 50, НВ 241	32Н8	45
48	Сталь 40, НВ 217	35Н9	50
49	СЧ 30, НВ 210	45Н9	90
50	СЧ 20, НВ 221	34Н9	65
51	КЧ33-8, НВ163	60Н7	80
52	СЧ 30, НВ 240	50Н7	110
53	15ХА, НВ 179	55Н7	105
54	Сталь 45, НВ 229	65Н8	115
55	Сталь У10, НВ 207	35Н9	68
56	Сталь 45, НВ 229	42Н9	60
57	СЧ 20, НВ 221	35Н7	68
58	20Х, НВ 179	50Н8	60
59	СЧ 15, НВ 163	30Н7	45
60	Сталь 40Х, НВ 217	45Н8	54

3.2. Задачи по расчету режимов резания

3.2.1. Блок заданий по резбонарезанию

Нарезать резьбу средней точности (6...7 степень): на токарно-винторезном станке 16К20 резьбовым резцом; на токарно-винторезном или вертикально-сверлильном станке винторезной головкой; на специальном резьбофрезерном станке гребенчатой многонопочной фрезой.

В каждом случае обработки выбрать конструкцию и материал режущей части инструмента. Назначить режимы резания. Рассчитать основное (машинное) время обработки и расход каждого типа инструмента при изготовлении партии в количестве 2000 штук.

Сделать вывод о наиболее целесообразном с точки зрения минимума машинного времени методе обработки.

Исходные данные по вариантам представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Исходные данные к блоку заданий по резбонарезанию

№	Материал заготовки	Вид резьбы и способ нарезания	Размеры резьбы	
			d×p	, мм
1	2	3	4	5
1	Сталь 15, НВ 149	Наружная, напроход	M 42×3	65
2	СЧ 15, НВ 180	Внутренняя, напроход	M125×2	40
3	Сталь 45, НВ 229	Наружная, в упор	M60×3	65
4	БрАЖН11-6-6, НВ 250	Внутренняя, в упор	M80×3	30
5	40Х, НВ 217	Внутренняя, напроход	M125×3	60
6	СЧ 25, НВ 200	Наружная, в упор	M110×2	40
7	Сталь 35, НВ 207	Внутренняя, в упор	M56×3	35
8	СЧ 25, НВ 200	Наружная, напроход	M48×2	50
9	38 ХА, НВ 207	Наружная, напроход	M20	50
10	СЧ 25, НВ 210	Внутренняя, в упор	M100×2	45
11	Сталь 45, НВ 229	Наружная, в упор	M24	55
12	20Х, НВ 179	Внутренняя, напроход	M42×3	40
13	СЧ 20, НВ 190	Наружная, напроход	M42×1,5	65
14	35Х, НВ 197	Внутренняя, в упор	M90×2	60
15	СЧ 20, НВ 190	Наружная, в упор	M48×2	50
16	40ХН, НВ 207	Внутренняя, напроход	M90×3	40

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3	4	5
17	СЧ10, НВ 170	Внутренняя, в упор	М56×2	45
18	Сталь 15, НВ149	Наружная, напроход	М42×2	60
19	Сталь 45, НВ 229	Внутренняя, в упор	М70×2	40
20	СЧ15, НВ 220	Наружная, в упор	М48×3	35
21	Сталь 35, НВ 207	Внутренняя, напроход	М64×3	65
22	45ХН, НВ 207	Внутренняя, в упор	М48×2	55
23	СЧ20, НВ 190	Наружная, в упор	М60×3	40
24	38ХМ, НВ241	Внутренняя, напроход	М125×3	40
25	СЧ15, НВ 200	Наружная, в упор	М56×3	70
26	30Х, НВ 187	Наружная, напроход	М36×2	70
27	35Х, НВ 197	Внутренняя, в упор	М56×3	45
28	Сталь 15, НВ 149	Внутренняя, напроход	М42×2	40
29	СЧ15, НВ 190	Наружная, напроход	М30×2	55
30	СЧ20, НВ 220	Внутренняя, в упор	М64×3	60
31	Сталь 38ХА, НВ207	Наружная, напроход	М36×2	50
32	Сталь 40Х, НВ 217	Внутренняя, в упор	М48×3	54
33	СЧ30, НВ 210	Внутренняя, в упор	М36×2	40
34	45Х, НВ 229	Внутренняя, напроход	М56×3	58
35	Сталь 35, НВ 207	Наружная, напроход	М42×1,5	45
36	СЧ25, НВ 210	Внутренняя, в упор	М52×3	50
37	Сталь 30, НВ 179	Внутренняя, напроход	М56×3	60
38	СЧ20, НВ 200	Наружная, в упор	М30×2	42
39	38ХА, НВ 207	Наружная, напроход	М36×3	50
40	40Г, НВ 207	Внутренняя, напроход	М90×3	80
41	35Х, НВ 197	Внутренняя, в упор	М64×2	50
42	Сталь 15, НВ 149	Наружная, напроход	М48×3	60
43	БрАЖН11-6-6, НВ 250	Внутренняя, в упор	М70×3	40
44	СЧ 20, НВ 190	Наружная, в упор	М24×2	40
45	Сталь 45, НВ 229	Наружная, в упор	М42×3	65
46	40Х, НВ 217	Внутренняя, напроход	М60×3	35
47	38ХМ, НВ 241	Внутренняя, напроход	М100×3	60
48	СЧ15, НВ 200	Наружная, в упор	М42×3	65
49	Сталь 45, НВ 229	Внутренняя, в упор	М80×2	50
50	Сталь 30, НВ 179	Внутренняя, напроход	М52×3	40
51	Сталь 35, НВ 207	Наружная, напроход	М48×1,5	50
52	35Х, НВ 197	Внутренняя, в упор	М56×3	60

Окончание таблицы 3.2

1	2	3	4	5
53	СЧ20, НВ 190	Наружная, в упор	М30	80
54	40ХН, НВ 207	Внутренняя, напроход	М60×3	45
55	БрАЖН10-4-4, НВ 170	Внутренняя, в упор	М80×2	50
56	СЧ25, НВ 200	Наружная, в упор	М48×2	40
57	20Х, НВ 179	Внутренняя, напроход	М42×3	65
58	40Г, НВ207	Внутренняя, напроход	М80×2	30
59	СЧ10, НВ 170	Внутренняя, в упор	М64×3	60
60	40Х, НВ 217	Внутренняя, напроход	М100×2	80

3.2.2. Блок заданий по зубонарезанию

Задача 1. Нарезание зубьев долбяком

Нарезать прямозубое колесо модулем m с числом зубьев Z и шириной венца b на зубодолбежном станке модели 5122 прямозубым долбяком.

Выбрать тип, конструктивные и геометрические параметры долбяка. Определить машинное время обработки. Назначить режимы резания. Рассчитать расход долбяков на изготовление партии деталей в количестве 2500 штук.

Исходные данные по вариантам представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Исходные данные к задаче 1

№	Материал заготовки	Вид обработки и параметры шероховатости поверхности, мкм	m , мм	z	b , мм
1	2	3	4	5	6
1	40Х, НВ 217	Чистовая по сплошному металлу, $R_a=2,5$ мкм ($R_z \leq 10$ мкм)	2,5	42	25
2	30ХГТ, НВ 229		2	46	20
3	СЧ25, НВ 210		2	38	26
4	Сталь 35, НВ 207		3	32	30
5	СЧ10, НВ 175		2	50	24
6	12ХНЗА, НВ 217		1,5	54	20
7	Сталь45, НВ 229		2,5	36	28

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3	4	5	6
8	12ХН2, НВ 207	Чистовая по предварительно прорезанным зубьям, $R_a=2,5$ мкм ($R_z \leq 10$ мкм)	2,5	40	30
9	40Х, НВ217		5	56	48
10	30ХГТ, НВ 229		4	52	40
11	СЧ 25, НВ 210		3,5	48	42
12	Сталь 35, НВ 207		12	34	50
13	Сталь 50, НВ 241		4	28	50
14	35Х, НВ 197		5	30	48
15	СЧ 10, НВ 175		3,5	40	45
16	СЧ 25, НВ 210		6	38	40
17	12ХН3А, НВ 217	5,5	42	30	
18	40Х, НВ 217	Черновая (под последующую обработку долбяком)	4	42	40
19	30ХГТ, НВ 229		5	46	45
20	СЧ 25, НВ 210		3,5	52	42
21	СЧ 10, НВ 175		4,5	60	48
22	Сталь 35, НВ 207		5	52	46
23	Сталь 45, НВ 229	4	48	42	
24	12ХН3А, НВ 217	Черновая (под шевингование)	4	42	40
25	20Х, НВ 179		3,5	35	40
26	30 ХГТ, НВ 229		5	38	35
27	СЧ 25, НВ 210		4	42	40
28	Сталь 35, НВ 207		5	38	45
29	СЧ10, НВ175	4,5	40	46	
30	Сталь 45, НВ 229	Черновая (под шлифование)	1,25	50	25
31	20Х, НВ 170		3,5	35	40
32	Сталь 35, НВ 207		4,5	40	40
33	35Х, НВ 197		5	36	40
34	40Х, НВ 217		5,5	42	50
35	12ХН3А, НВ 217	Получистовая (под шлифование)	4	28	40
36	Сталь 45, НВ 229		5	32	40
37	Сталь 50, НВ 241		3	48	40
38	40Х, НВ 217		2,5	50	35
39	20Х, НВ 179	Чистовая по сплошному металлу, $R_a=2,5$ мкм ($R_z \leq 10$ мкм)	2	45	35
40	35Х, НВ 197		1,5	60	38
41	30ХГТ, НВ 229		3	60	50
42	Сталь 35, НВ 207		2	25	40
43	12ХН3А, НВ 217	1,5	50	25	
44	30ХГТ, НВ 229	Чистовая по предварительно прорезанным зубьям, $R_a=2,5$ мкм ($R_z \leq 10$ мкм)	4	54	42
45	Сталь 35, НВ 207		4	25	40
46	СЧ 25, НВ 210		5	32	50

Окончание таблицы 3.3

1	2	3	4	5	6
47	СЧ 30, НВ 220	Черновая(под последующую обработку долбяком)	5	66	18
48	Сталь 45, НВ 229		5	50	48
49	СЧ 25, НВ 210		3,5	48	38
50	20Х, НВ 179	Черновая (под шевингование)	3,5	35	25
51	СЧ 20, НВ 200		4	38	42
52	Сталь 35, НВ 207		4	45	32
53	20Х, НВ 179	Черновая (под шлифование)	3,5	30	45
54	35Х, НВ 197		4,5	45	40
55	30ХГТ, НВ 229		4	42	35
56	45Х, НВ 229		5	46	48
57	Сталь 50, НВ 241	Получистовая (под шлифование)	3	46	30
58	20Х, НВ 179		2	50	28
59	35Х, НВ 197		5	24	24
60	СЧ30, НВ 220		3	60	50

Задача 2. Нарезание зубьев червячной фрезой

Нарезать червячной модульной фрезой цилиндрическое зубчатое одновенцовое колесо с плоскими обработанными торцами на зубофрезерном станке модели 53А50. Параметры колеса – модуль m , число зубьев z , ширина венца b и угол наклона зубьев β – даны по вариантам в таблице исходных данных 3.4.

Выбрать основные конструктивные и геометрические параметры червячной фрезы, число ее заходов. Рассчитать режимы резания и основное (машинное) время обработки.

Определить число переточек, величину и число осевых передвижек, а также суммарную стойкость червячной фрезы. Рассчитать расход червячных фрез при изготовлении партии заготовок в количестве $N = 4000$ штук.

Таблица 3.4 – Исходные данные к задаче 2

№	Материал заготовки	Вид обработки и параметр шероховатости, мкм	Вид зубчатого колеса	m , мм	z	b , мм	β , °
1	2	3	4	5	6	7	8
1	СЧ 10, НВ 170	Черновая, $R_a = 12,5$	Косозубое	4	42	48	15

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3	4	5	6	7	8
2	40Х, НВ 217	Получистовая, $R_a = 6,3$	Прямозубое	5	48	50	0
3	12ХНЗА, НВ217	Черновая, $R_a = 12,5$	Косозубое	3,5	52	40	30
4	СЧ 25, НВ 210	Получистовая, $R_a = 6,3$	Прямозубое	6	42	52	0
5	Сталь 35, НВ 207	Черновая, $R_a = 12,5$	Косозубое	3	60	35	15
6	СЧ 15, НВ 190	Получистовая, $R_a = 6,3$	Прямозубое	2,5	56	35	0
7	35Х, НВ 197	Черновая, $R_a = 12,5$	Косозубое	4,5	52	40	30
8	Сталь 45, НВ 229	Получистовая, $R_a = 6,3$	Прямозубое	5	38	40	0
9	СЧ 15, НВ 207	Черновая, $R_a = 12,5$	Косозубое	8	46	50	15
10	12ХНЗА, НВ 217	Получистовая, $R_a = 6,3$	Прямозубое	4	28	35	0
11	40Х, НВ 217	Черновая, $R_a = 12,5$	Косозубое	5	32	40	30
12	СЧ 25, НВ 210	Получистовая, $R_a = 6,3$	Прямозубое	3,5	44	40	0
13	45Х, НВ 229	Черновая, $R_a = 12,5$	Косозубое	3	42	35	15
14	Сталь 35, НВ 207	Получистовая, $R_a = 6,3$	Прямозубое	2,5	38	35	0
15	СЧ 25, НВ 210	Черновая, $R_a = 12,5$	Косозубое	4,5	32	40	30
16	Сталь 50, НВ 241	Получистовая, $R_a = 6,3$	Прямозубое	5	48	40	0
17	30ХМ, НВ 229	Черновая, $R_a = 12,5$	Косозубое	6	52	40	15
18	40ХФА, НВ 241	Чистовая по сплошному металлу, $R_z 40$	Прямозубое	3	42	35	0
19	СЧ 20, НВ 207		Косозубое	2,5	52	30	30
20	40ХН, НВ 207		Прямозубое	3,5	32	35	0
21	40Х, НВ 217	Чистовая по сплошному металлу, $R_z 30$	Косозубое	4	36	40	15
22	Сталь 45, НВ 229		Прямозубое	3	24	35	0

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3	4	5	6	7	8
23	35Х, НВ 197	Чистовая по сплошному металлу, R _z 30	Косозубое	1,5	22	30	30
24	38ХА, НВ 207	Чистовая по сплошному металлу, R _z 20	Прямозу- бое	1,0	60	25	0
25	Сталь 40, НВ 217		Косозубое	1,25	66	25	15
26	20ХН3А, НВ 255		Прямозу- бое	1,5	42	30	0
27	СЧ 10, НВ207	Чистовая по проре- занному зубу, R _z 40	Косозубое	8	28	40	15
28	30ХН3А, НВ 241		Прямозу- бое	6	36	35	0
29	18ХГ, НВ 187		Косозубое	4	45	35	30
30	38ХА, НВ 207	Чистовая по проре- занному зубу, R _z 30	Прямозу- бое	5	35	40	0
31	Сталь 40, НВ 217		Косозубое	4,5	38	40	0
32	СЧ 15, НВ 190		Прямозу- бое	7	42	40	15
33	Сталь 45, НВ 229	Чистовая по проре- занному зубу, R _z 20	Косозубое	9	36	45	30
34	40Х, НВ 217		Прямозу- бое	8	24	50	0
35	20Х, НВ 179		Косозубое	5	28	40	15
36	45Х, НВ 229	Чистовая по сплошному металлу, R _z 10	Прямозу- бое	4	52	50	30
37	40Х, НВ 217		Косозубое	2,5	44	60	0
38	СЧ 15, НВ 190	Чистовая по проре- занному зубу	Прямозу- бое	4	52	50	15
39	СЧ 30, НВ 207		Косозубое	3	60	45	30
40	СЧ 25, НВ 210		Косозубое	5	35	40	0
41	40Х, НВ 217	Получистовая, R _a =6,3	Прямозу- бое	5	50	52	0
42	Сталь 35, НВ 207	Черновая, R _a =12,5	Косозубое	3	64	30	15

Окончание таблицы 3.4

1	2	3	4	5	6	7	8
43	Сталь 45, НВ 229	Получистовая, $R_a=6,3$	Прямозубое	5	40	42	0
44	35Х, НВ 197	Черновая, $R_a=12,5$	Косозубое	4,5	50	38	30
45	40Х, НВ217	Получистовая, $R_a=6,3$	Прямозубое	5	54	56	0
46	СЧ 35, НВ 207	Черновая, $R_a=12,5$	Косозубое	4	40	52	15
47	40Х, НВ 217	Чистовая по прорезанному зубу, $R_z=20$	Прямозубое	8	44	60	0
48	38ХА, НВ 207		Прямозубое	4,5	46	58	30
49	35Х, НВ 197	Черновая, $R_a=12,5$	Косозубое	4	46	38	30
50	СЧ 25, НВ 210	Получистовая, $R_a=6,3$	Прямозубое	4	48	56	0
51	35Х, НВ 197	Черновая, $R_a=12,5$	Косозубое	3	42	35	15
52	Сталь 35, НВ 207	Получистовая, $R_a=6,3$	Прямозубое	2,5	46	32	0
53	40Х, НВ 217	Черновая, $R_a=12,5$	Косозубое	5	30	44	30
54	12ХН3А, НВ 255	Получистовая, $R_a=6,3$	Прямозубое	4	32	40	0
55	СЧ 15, НВ 190	Чистовая по прорезанному зубу, $R_z 20$	Прямозубое	6	32	42	15
56	СЧ 25, НВ 210		Косозубое	3	58	47	30
57	СЧ 20, НВ 207		Прямозубое	4	56	60	15
58	Сталь 45, НВ 229	Чистовая по сплошному металлу, $R_z 30$	Косозубое	4	46	52	15
59	38ХА, НВ 217		Прямозубое	3	26	44	0
60	СЧ 10, НВ 170	Черновая, $R_a=12,5$	Косозубое	6	52	68	15

3.2.3. Блок заданий по шлифованию

Выбор типа задачи произвести в соответствии с назначенным вариантом задания.

Задача 1. Наружное шлифование

Произвести шлифование шеек вала на круглошлифовальном станке 3М131. Исходные данные для расчета режимов резания представлены в таблице 3.5. В соответствии с условиями задачи необходимо: выбрать шлифовальный круг; назначить режимы обработки; определить основное (машинное) время.

Таблица 3.5 – Исходные данные для наружного шлифования

№	Материал заготовки	Вид обработки и параметр шероховатости, мкм	d, мм	l, мм	l _п , мм	h, мм
1	2	3	4	5	6	7
1	У7А закаленная, HB 187	Окончательная, R _a =1	60	350	410	0,22
2	40X, закаленная, HRC 52	Окончательная, R _a =0,5	55	20	140	0,15
3	Сталь Ст5, незакаленная	Предварительная, R _a =2	90	400	600	0,25
4	45X, закаленная, HRC45	Окончательная, R _a =1	75	50	350	0,18
5	Сталь 40, закаленная, HRC 42	Окончательная, R _a =1	100	380	700	0,25
6	Сталь 35, незакаленная	Предварительная, R _a =2	80	300	550	0,25
7	45XH закаленная, HRC42	Окончательная, R _a =0,5	50	35	285	0,15
8	Сталь 40, незакаленная	Окончательная, R _a =1	45	270	320	0,2
9	Сталь 40, незакаленная	Предварительная, R _a =2	120	500	750	0,25
10	40XНМА, закаленная, HRC55	Окончательная, R _a =0,5	65	240	300	0,2
11	У10А, закаленная, HRC 62	Окончательная, R _a =1	50	300	350	0,15

Окончание таблицы 3.5

1	2	3	4	5	6	7
12	Сталь 45, незакаленная, HRC<40	Предварительная, $R_a=2$	85	60	100	0,25
13	40X, закаленная, HRC 53	Окончательная, $R_a=0,8$	60	280	350	0,18
14	Сталь 40, закаленная, HRC 42	Окончательная, $R_a=0,8$	70	30	60	0,2
15	Сталь Ст5, незакаленная	Предварительная, $R_a=2$	82	300	100	0,25
16	45XH закаленная, HRC45	Окончательная, $R_a=0,8$	60	240	280	0,22
17	Сталь 40X, незакаленная	Окончательная, $R_a=0,4$	55	140	200	0,15
18	БрАЖН 10-4, НВ170	Окончательная, $R_a=0,8$	45	120	180	0,2
19	Сталь 40 закаленная, HRC35	Окончательная, $R_a=0,4$	84	300	310	0,1
20	Сталь Ст5, незакаленная	Предварительная, $R_a=1,6$	40	68	120	0,25

Задача 2. Внутреннее шлифование

Произвести шлифование сквозного отверстия заготовки на внутришлифовальном станке 3К228В. Исходные данные для расчета режимов резания представлены в таблице 3.6. В соответствии с условиями задачи необходимо: выбрать шлифовальный круг; назначить режимы обработки; определить основное (машинное) время.

Таблица 3.6 – Исходные данные для внутреннего шлифования

№	Материал заготовки	Вид обработки и параметр шероховатости, мкм	d, мм	l, мм	h, мм
1	2	3	4	5	6
21	Сталь 35, незакаленная	Предварительная, $R_a=1,6$	75	55	0,3
22	Сталь 45 закаленная, HRC40	Окончательная, $R_a=0,8$	38	100	0,15

Окончание таблицы 3.6

1	2	3	4	5	6
23	Серый чугун СЧ10, HB180	Предварительная, Ra=1,6	65	90	0,2
24	Серый чугун СЧ20, HB200	Предварительная, Ra=1,6	110	280	0,2
25	30ХГТС, закаленная, HRC55	Окончательная, Ra=0,4	65	50	0,25
26	40Х, закаленная, HRC40	Окончательная, Ra=0,8	65	200	0,3
27	Серый чугун СЧ30, HB220	Предварительная, Ra=1,6	120	140	0,25
28	40Х, закаленная, HRC52	Окончательная, Ra=0,4	55	50	0,18
29	45Х, закаленная, HRC45	Окончательная, Ra=0,8	85	60	0,2
30	40ХНМА, закаленная, HRC55	Окончательная, Ra=0,8	60	70	0,2
31	Сталь 48А, закаленная, HRC60	Окончательная, Ra=0,4	80	70	0,2
32	Сталь 40, незакаленная	Предварительная, Ra=1,6	58	60	0,3
33	Серый чугун, СЧ 30 HB220	Предварительная, Ra=1,6	120	140	0,25
34	Серый чугун, СЧ 15 HB 190	Окончательная, Ra=0,8	80	60	0,2
35	40Х, закаленная, HRC 52	Окончательная, Ra=0,4	55	50	0,18
36	Латунь ЛМцЖ: 59-1-1	Предварительная, Ra=1,6	120	80	0,25
37	46А, закаленная, HRC60	Окончательная, Ra=0,4	70	60	0,2
38	Сталь 40, незакаленная	Предварительная, Ra=1,6	58	60	0,3
39	40Х, закаленная, HRC 52	Окончательная, Ra=0,4	65	70	0,25
40	Серый чугун, СЧ 15 HB 190	Окончательная, Ra=0,8	80	50	0,3

Задача 3. Плоское шлифование

Произвести шлифование плоскости на плоскошлифовальном станке 3П722. Исходные данные для расчета режимов резания представлены в таблице 3.7. В соответствии с условиями задачи необходимо: выбрать шлифовальный круг; назначить режимы обработки; определить основное (машинное) время.

Таблица 3.7 – Исходные данные для плоского шлифования

№	Материал заготовки	Вид обработки и параметр шероховатости, мкм	b, мм	l, мм	h, мм	Количество одновременно обрабатываемых деталей, шт
1	2	3	4	5	6	7
41	45X, закаленная, HRC40	Окончательная, Ra=0,63	140	180	0,35	10
42	Серый чугун, СЧ 30 HB220	Предварительная, Ra=1,6	250	400	0,45	2
43	Сталь 40, закаленная HRC 35	Предварительная, Ra=1,6	45	280	0,25	3
44	Серый чугун, СЧ 15 HB 190	Окончательная, Ra=0,8	200	300	0,4	3
45	Сталь Ст 5, незакаленная	Окончательная, Ra=0,4	230	700	0,5	1
46	40X, закаленная, HRC 52	Окончательная, Ra=0,4	60	600	0,3	1
47	Серый чугун, СЧ 30 HB220	Предварительная, Ra=1,6	110	150	0,25	6
48	12X18Н9Т, незакаленная	Предварительная, Ra=1,6	250	300	0,4	2
49	47А, закаленная, HRC 60	Окончательная, Ra=0,8	190	200	0,25	6
50	Серый чугун СЧ20, HB200	Предварительная, Ra=1,6	280	650	0,5	1

Окончание таблицы 3.7

1	2	3	4	5	6	7
51	40ХНМА, закаленная, HRC55	Окончательная, Ra=0,8	120	270	0,2	6
52	Серый чугун, СЧ 15 НВ 190	Окончательная, Ra=0,8	80	120	0,25	10
53	Сталь Ст3, незакаленная	Предварительная, Ra=1,6	55	110	0,45	10
54	45Х, закаленная, HRC 52	Предварительная, Ra=1,6	80	250	0,35	8
55	Сталь 40, незакаленная	Предварительная, Ra=1,6	90	240	0,25	6
56	Сталь Ст5, незакаленная	Предварительная, Ra=1,6	180	350	0,5	1
57	40Х, закаленная, HRC 52	Окончательная, Ra=0,4	65	140	0,45	8
58	Серый чугун СЧ20, НВ200	Предварительная, Ra=1,6	220	540	0,5	1
59	45Х, закаленная, HRC 52	Предварительная, Ra=1,6	75	140	0,35	6
60	12Х18Н9Т, незакаленная	Предварительная, Ra=1,6	190	200	0,4	2

3.3. Методические рекомендации по выполнению курсовой работы

Курсовая работа состоит из одной проектной задачи и трех расчетных заданий. Проектная задача связана с расчетом и конструированием специального режущего инструмента. К числу инструментов такого рода наряду с фасонными резцами, фасонными фрезами, червячными фрезами для обработки прямобочных шлицев и других неэвольвентных профилей несомненно относится и протяжной инструмент, широко применяемый для обработки цилиндрических и других более сложных замкнутых профилей (внутреннее протягивание), а также для обработки наружных незамкнутых контуров (наружное протягивание).

Целью проектной части курсовой работы является расчет и конструирование одного из представителей протяжного инструмента для протягивания внутренних поверхностей, а именно круглой протяжки для обработки цилиндрического отверстия. Указанный инструмент имеет широкое самостоятельное применение, а также является частью более сложных протяжных инструментов, например, частью шлицевых протяжек, также широко используемых в практике металлообработки.

Несмотря на относительную по сравнению со шлицевыми и другими типами внутренних протяжек простоту конструкции процесс проектирования круглых протяжек как и процесс проектирования более сложного протяжного инструмента включает в себя такие этапы, как выбор конструкции и размеров хвостовой части, расчет размерных параметров направляющих частей, выбор схемы резания и способов конструктивного оформления рабочей части протяжки, задание геометрических, диаметральных и других параметров режущих и калибрующих зубьев и др. Поэтому на примере конструирования круглой протяжки студент получает возможность ознакомиться с современными принципами и основными этапами проектирования протяжного инструмента в целом.

Основы методики проектирования круглых протяжек одинарной и групповой схем резания были разработаны еще в 60-е годы прошлого столетия усилиями таких ученых, как Горецкая З.Д., Щеголев А.В., Маргулис Д.К. и др. Однако в данной работе рекомендуется пользоваться более поздней методикой Г.Н. Кирсанова, представленной в

учебном пособии [9]. Достоинством этой методики является то, что вопрос о схеме резания заранее не оговаривается, а решается с учетом исходных условий задачи в ходе проведения расчетов. Заложенная в методике вариативность возможных решений делает проектную работу студента интереснее и менее шаблонной.

Следует отметить, что в случае необходимости методику Г.Н. Кирсанова можно дополнять сведениями из других, более новых литературных источников, например из [7, 8].

Прежде чем приступать к непосредственному расчету круглой протяжки студенту необходимо ознакомиться с основными теоретическими положениями темы «Протягивание и протяжной инструмент».

В частности студент должен иметь представление:

- о способах конструктивного оформления круглых протяжек (цельные, составные, сборные);

- о материалах, используемых для изготовления хвостовой и рабочей частей составных протяжек, а также способах соединения этих частей;

- о сути применяемых схем резания (одинарная, групповая) при протягивании, их достоинствах и недостатках;

- об особенностях конструкции рабочей части протяжки в зависимости от принятой схемы резания;

- о методах расчета сил резания и опасных с точки зрения прочности сечениях круглой протяжки;

- о способах расчета диаметров зубьев на режущей и калибрующей частях протяжки;

- об основных технических требованиях на изготовление протяжек.

Указанные сведения можно получить из рекомендуемой по теме «Протягивание» учебной литературы.

Расчетные задачи, входящие в курсовую работу, включают задания по резьбо- и зубонарезанию, а также по одному из видов шлифования.

Прежде чем приступать к решению расчетных задач необходимо, используя рекомендуемую литературу по соответствующим темам, изучить основные теоретические положения каждого из указанных видов металлообработки, представлять присущие этим видам схемы резания и конструкции применяемых режущих инструментов.

Первым комплексным заданием, входящим в расчетный блок курсовой работы, является задание по резьбонарезанию. Приступая к его выполнению, студенту необходимо иметь общее представле-

ние о методах нарезания резьбы в целом и детальное представление о схемных решениях и конструкциях резьбонарезного инструмента, применяемого в соответствии с условиями задания, т.е. при нарезании резьбы резцами, винторезными (резьбонарезными) головками, резьбовыми многониточными фрезами.

Решение задач проводить на основе справочника [5], в нем заложены новейшие методики расчета режимных параметров при резьбонарезании, подкрепленные табличными данными, существенно упрощающими процесс необходимых расчетных операций.

Одним из теоретических вопросов, с которым студент должен разобраться, прежде чем приступить к решению первой задачи, является понимание методики назначения глубин резания (радиального врезания) при многопроходном нарезании резьбы резцом. Студент должен понимать, за счет чего рекомендованная в [5] методика расчета обеспечивает примерно равное сечение среза, а следовательно, и примерно равные силы сопротивления резанию при каждом проходе резьбового резца, в то время как при использовании общепринятой методики, изложенной, например, в справочниках [4,10,11,12], сечение среза и силы сопротивления резанию возрастают с каждым новым проходом резьбового инструмента, что оказывает неблагоприятное влияние на качество нарезаемой резьбы.

При выполнении первой задачи следует придерживаться пунктов алгоритма расчета, представленного в таблице 1.1, а также в приложении (с. 90) источника [5].

При выборе конструкции резьбовых резцов по п. 2 таблицы 1.1 [5] следует пользоваться соответствующими ГОСТами или справочниками, например, [11, 12], причем при изображении схемы резьбонарезания использовать выбранную по ГОСТУ конструкцию резца. Расчетные значения глубин радиального врезания резца по проходам иллюстрировать отдельной схемой.

Скорости резания (п. 3) определять по соответствующим картам и обязательно проверять (при использовании универсальных токарных станков) по эргономическим факторам, принимая в качестве расчетного меньшее из двух его возможных значений. Паспортные данные токарно-винторезного станка модели 16К20, необходимые для выбора фактических значений частоты вращения шпинделя, можно найти в приложении к задачку [3].

При расчете необходимого для обработки партии заготовки числа резбовых резцов руководствоваться нормами их расхода [5, с. 78].

Решая вторую задачу, необходимо придерживаться порядка, указанного в таблице 4.1 [5]. При выборе типа и размеров винторезной (резьбонарезной) головки исходить из модели станка, на котором будет производиться резьбонарезание, а также из вида резьбы (наружная, внутренняя). Схему резания изображать с учетом выбранного типа винторезной головки (с круглыми или тангенциальными призматическими фасонными резцами при нарезании наружной, либо с простыми резьбонарезными гребенками при нарезании внутренней резьбы).

Примеры изображения схем резания при нарезании наружной резьбы винторезными головками приведены в учебной литературе, например [7, 12].

Режимные параметры обработки при нарезании резьбы винторезными головками рассчитываются на основании формул, приведенных в [5, с. 93]. Результаты расчета сведены в карты 4.2–4.4, по которым и назначаются табличные значения искомых параметров, а также величины соответствующих поправочных коэффициентов.

Расчет необходимого для обработки партии заготовок числа винторезных головок производить только для случая нарезания наружной резьбы, учитывая нормы их расхода (карты 11.5 и 11.6), поскольку нормы расхода винторезных головок для обработки внутренней резьбы отсутствуют.

При решении третьей задачи порядок расчета устанавливается таблицей 5.1. Выбор диаметра резбовой фрезы назначать исходя из шага резьбы, а также вида резьбы (наружная, внутренняя) с учетом минимально возможной величины частоты вращения фрезерного шпинделя (у резьбофрезерного станка модели 5Б63 $n_{шп. \min} = 160 \text{ мин}^{-1}$). Если расчетная частота вращения шпинделя окажется меньшей, изменить выбранный диаметр резбовой фрезы в сторону уменьшения до уровня, обеспечивающего получение $n_{расч} \geq n_{шп. \min}$. Ширину фрезы выбирать из условия $B_{фр} = B + 5 \dots 20 \text{ мм}$, где B – ширина фрезерования.

Паспортные данные резьбофрезерного станка модели 5Б63 приведены в приложении к задачку [3].

В случае выбора другой модели резьбофрезерного станка привести в записке его паспортные данные.

Расчет необходимого для изготовления партии заготовок количества резбовых фрез производить с учетом их норм расхода (карта 11.7).

Комплексное задание по зубонарезанию включает задачи по расчету режимов резания при зубодолблении и нарезанию зубьев червячной модульной фрезой. Обе задачи рекомендуется решать на основе справочника [5].

При решении первой задачи необходимо исходить из нормативов режимов резания и расхода инструмента при зубодолблении цилиндрических зубчатых изделий долбяками прямозубыми цельными модульными [5, с. 245] с учетом исходных условий задачи. В качестве базового принять либо зубодолбежный станок модели 5121, паспортные данные которого приведены в [5, стр. 246], либо станок модели 5122, паспортные данные которого приведены в приложении к задачнику [3]. При использовании зубодолбежных станков других моделей их паспортные данные внести в записку.

Размеры и тип долбяка определяются модулем нарезаемого зубчатого изделия, видом колеса (с наружным или внутренним зубчатым контуром), а также выбранным типом зубодолбежного станка. Выбор типоразмера долбяка осуществлять на основе ГОСТа 9323-79 на долбяки прямозубые, цельные, чистовые. При ознакомлении с ГОСТ-Том 9323-79 обратить внимание на местонахождение таблиц численных значений (с учетом знаков) коэффициентов смещения исходного контура нового и сточенного долбяка.

Режимные параметры при зубодолблении принимать на основе карт 4.2–4.5. При выборе табличных значений искомых параметров записывать не отдельное, например, среднее значение параметра, а весь представленный в карте числовой диапазон, умножая его затем на произведение поправочных коэффициентов. Фактические значения режимных параметров выбирать с учетом паспортных данных зубодолбежного станка из полученного расчетного диапазона, придерживаясь больших его значений.

Машинное время обработки при зубодолблении рассчитывать по формуле, учитывающей время на радиальное врезание и круговую обкатку. Величину радиального врезания принимать с учетом примечаний к данным задачи на зубодолбление [5].

Задачу иллюстрировать схемой резания при зубодолблении. Пример изображения дан в задачнике [3] и другой учебной литературе.

При решении второй задачи на зубонарезание необходимо ознакомиться с характеристиками зубофрезерных станков и конструкциями червячных чистовых цельных однозаходных фрез для нарезания зубчатых колес с эвольвентным профилем (ГОСТ 9324-80), а также червячных цельных одно- и многозаходных фрез для нарезания зубчатых колес с эвольвентным профилем под последующие шевингование и шлифование (ОСТ 2И43-3-85).

Обязательным предварительным условием подготовки студента к решению задачи является понимание того, чем вызвана необходимость осевой передвижки червячной фрезы и почему она (наряду с переточкой) приводит к существующему увеличению суммарной стойкости этого зуборезного инструмента.

При изображении схемы резания и выборе поправочных коэффициентов считать червячную фрезу правозаходней, направление подачи встречным и направление угла наклона зубьев колеса β правым. Пример изображения схемы зубофрезерования комплекта заготовок цилиндрических зубчатых колес червячной фрезой представлен в задачнике [3].

Выполняя расчетную часть задачи, следует пользоваться картами 1.1–1.6а [5, стр. 219–226]. При выборе табличных значений искомого технологического параметра исходить не из одного возможного его значения, а из заданного числового диапазона, который затем уточняется путем умножения на произведение поправочных коэффициентов, найденных по соответствующим картам.

Фактические значения искомого параметра находят по паспортным данным выбранного зубофрезерного станка с учетом полученного расчетного диапазона его изменения. В случае попадания в расчетный диапазон нескольких паспортных его значений, предпочтение отдавать большим по величине (если нет или не указаны ограничивающие факторы).

В качестве базового можно принять зубофрезерный станок модели 53А50, паспортные данные которого представлены в приложении к задачнику [3], либо станок модели 5Д312, паспортные данные которого приведены в [5, стр. 226].

Формулу для расчета машинного времени обработки комплекта заготовок можно найти в задачнике [3].

Расход червячных фрез определять с учетом полной их стойкости ΣT , используя карты 1.7...1.9 [5].

Переходя к решению третьей расчетной задачи необходимо иметь представление о характеристиках шлифовального круга и принятых в настоящее время способах их условного обозначения. Выбор параметров шлифовального круга во всех трех задачах комплексного задания по шлифованию должен быть увязан, с достижением требуемого качества шлифуемой поверхности. Эту часть задач на шлифование можно решать на основе справочников [3,4,11, 12].

После выбора характеристик шлифовального круга необходимо приступить к выбору способа шлифования и расчету соответствующих этому способу режимных параметров обработки.

Выбор способа обработки в частности необходим при круглом шлифовании шеек вала, так как здесь возможны два варианта: шлифование «напроход», т.е. с применением продольной подачи, и врезное шлифование (без продольной подачи, но с непрерывным радиальным врезанием). Студент должен правильно выбрать одну из указанных схем резания, изобразить ее в записке с указанием стрелками главного и вспомогательных движений и рассчитать режимные параметры отработки с учетом необходимого периода выхаживания.

При решении студентами задач по шлифованию необходимо изображать соответствующую заданному варианту обработки схему резания с указанием стрелками главного и вспомогательных движений подачи.

При расчете режимных параметров обработки во всех трех случаях шлифования можно пользоваться справочниками [4,11,12] и задачиком [3].

Действительные значения режимных параметров определять по паспортным данным соответствующих шлифовальных станков (приведены в приложении к задачнику [3]). При использовании других моделей шлифовальных станков привести в записке их паспортные данные.

Необходимую эффективную мощность при шлифовании, крутящий момент на шлифовальном круге, а также основное технологическое время лучше всего рассчитывать, используя данные, приведенные в учебнике [1].

3.4. Основные требования по оформлению пояснительной записки и графической части

Расчетно-пояснительная записка оформляется на одной стороне белой бумаги формата А4.

Таблицы, рисунки, схемы должны быть пронумерованы и иметь краткие пояснительные подписи. Нумерация страниц должна быть сквозной: первой страницей является титульный лист, второй – задание, третьей – содержание и т.д. Номер страницы проставляется арабскими цифрами снизу в правом углу страницы. Аналогично рисункам, таблицам нумеруются и формулы. Номера формул указывают с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках. Пояснения значений символов и числовых коэффициентов приводят непосредственно под формулой в той же последовательности, в какой они даны в формуле.

Ссылки на литературные источники, из которых заимствованы нормативы режимов резания, нормативы времени, оборудование, инструменты, расчетные формулы и т.д. указываются в прямых скобках.

Графическая часть курсовой работы состоит из одного листа формата А3. На нем изображается чертеж протяжки и даются технические условия на ее изготовление.

Графическая часть оформляется в соответствии с общими правилами оформления чертежей ГОСТ ЕСКД.

Полностью выполненная и правильно оформленная курсовая работа подписывается студентом и представляется для проверки рецензенту. При положительной оценке рецензента работа допускается к защите. Защита курсовой работы производится перед комиссией и осуществляется в форме краткого доклада студента о выполненном учебном задании и подробных ответов на вопросы преподавателей – членов комиссии.

Дидактическая цель защиты курсовой работы в форме доклада и ответов на вопросы – выработка у будущего педагога-инженера умений четко, коротко и технически грамотно излагать результаты выполненной им работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грановский, Г.И. Резание металлов / Г.И. Грановский, В.Г. Грановский. – М.: Высшая школа, 1985. – 304 с.
2. Иванов, И.А. Технология механической обработки конструкционных материалов и режущий инструмент / И.А. Иванов [и др.]; под общ. ред. И.А. Иванова. – Минск: БНТУ, 2004. – Ч.1: Основы механической обработки металлов и сплавов и металлорежущий инструмент. – 170 с
3. Нефедов, Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту / Н.А. Нефедов, К.А. Осипов – М.: Машиностроение, 1990. – 448 с.
4. Обработка металлов резанием / А.А. Панов. – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 2004. – 784 с.
5. Общемашиностроительные нормативы режимов резания: справочник: в 2 т. /А.Д. Локтев, И.Ф. Гуцин, В.А. Батуев [и др.] – М.: Машиностроение, 1991. – 304 с.
6. Режимы резания металлов: справочник / Ю.В. Барановский [и др.]. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.
7. Режущий инструмент / С.В. Кирсанов [и др.]; под общ. ред. С.В. Кирсанова. – М.: Машиностроение, 2005. – 528 с.
8. Режущий инструмент. Курсовое и дипломное проектирование / Е.Э. Фельдштейн [и др.]; под общ. ред. Е.Э. Фельдштейна. – Минск: Дизайн ПРО, 2002. – 320 с.
9. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов / Г.Н. Кирсанов [и др.]; под общ.ред. Г.Н. Кирсанова. – М.: Машиностроение, 1986. – 288 с.
10. Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев [и др.]; под общ. ред. И.А. Ординарцева. – Л.: Машиностроение, 1987. – 846 с.
11. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / А.Г. Косилова [и др.]; под общ. ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова – 4-е изд. – М.: Машиностроение, 1985. – Т. 2.
12. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / А.М. Дальский [и др.]; под общ. ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова [и др.] – 5-е изд. – М.: Машиностроение, 2001. – Т. 2.
13. Ящерицын, П.И. Основы резания материалов и режущий инструмент / П.И. Ящерицын, М.Л. Еременко, Н.И. Жигалко; под ред. П.И. Ящерицын – 2-е изд. – Минск: Вышэйшая. школа, 1981. – 560 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ПРИМЕР ЗАПОЛНЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

Министерство образования Республики Беларусь
Белорусский национальный технический университет
Кафедра «Профессиональное обучение и педагогика»

КУРСОВАЯ РАБОТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ТЕОРИЯ РЕЗАНИЯ И РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ»
Вариант №

Выполнил

Залеский И.П.
гр. 309319

Проверил

канд. техн. наук, доцент
Молочко В.И.

Минск 2010

Учебное издание

МОЛОЧКО Владимир Иванович
ИВАНОВ Игорь Аркадьевич
ИГНАТКОВИЧ Ирина Владимировна

ТЕОРИЯ РЕЗАНИЯ И РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

Программно-методический комплекс
для студентов заочной формы обучения
специализации 1-08 01 01-01 «Профессиональное обучение
(машиностроение)»

Технический редактор О.В. Дубовик
Компьютерная верстка Д.А. Исаева

Подписано в печать 07.12.2010.

Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 4,30. Уч.-изд. л. 3,36. Тираж 100. Заказ 385.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский национальный технический университет.

ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009.

Проспект Независимости, 65. 220013, Минск.