

Министерство образования и науки Республики Татарстан
Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение
«Технический колледж им. В.Д. Потапова»

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УР

_____ А.Б. Ахметшина
подпись

« 31 » 08 2022 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

МДК.01.02 Программирование систем с числовым программным управлением

Специальность: 15.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание роботизированного производства

Квалификация выпускника: Старший техник

Форма обучения: очная на базе основного общего образования

Язык обучения: русский

Рассмотрено и рекомендовано к утверждению
на заседании предметно-цикловой комиссии
«Машиностроение»

Протокол № 1 от « 31 » 08 2022 г.

Председатель _____ С.М. Астраханцева

Набережные Челны 2022 г.

Методические указания по выполнению курсового проекта разработано на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 15.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание роботизированного производства и рабочей программы профессионального модуля ПМ 01 «Осуществление комплекса работ по узловой сборке и пусконаладке манипуляторов на технологических позициях роботизированных участков».

Организация-разработчик: Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение «Технический колледж им. В.Д. Поташова» г. Набережные Челны

Разработчики:

Марышев Ю.В., преподаватель ГАПОУ «Технический колледж им. В.Д. Поташова»

СОДЕРЖАНИЕ

1 ЦЕЛЬ ПРОЕКТА.....	4
2 НАПИСАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	7
2.1 СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	7
2.2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗДЕЛАМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА....	8
2.3 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	28
2.4 ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	29
3 ЗАЩИТА КУРСОВОГО ПРОЕКТА	30
3.1 СТРУКТУРА ДОКУМЕНТОВ, ПРЕДСТАВЛЯЕМЫХ ДЛЯ ЗАЩИТЫ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	30
3.2 ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	31
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	32

1 ЦЕЛЬ ПРОЕКТА

Основная цель преподавания МДК 01.02 «Программирование систем с числовым программным управлением» - освоение навыков разработки управляющих программ для манипуляторов в соответствии с техническим заданием; развитие у студентов способности решать конкретные технологические и проектные задачи, дать необходимые знания для программирования систем с числовым программным управлением и научить обоснованно применять их.

С целью овладения указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями студент в ходе освоения профессионального модуля должен:

иметь практический опыт:

- в отборе элементов манипуляционных устройств для обеспечения цикла работы манипулятора;
- в расчете технологических параметров работы манипуляторов;
- в сборке узлов манипуляторов на технологических позициях роботизированных участков в соответствии с конструкторской документацией;
- в наладке механических и электромеханических устройств манипуляторов;
- в настройке и конфигурировании программируемых логических контроллеров манипуляторов в соответствии с принципиальными схемами подключения;
- в разработке управляющих программ для манипуляторов в соответствии с техническим заданием

уметь:

- производить подбор элементов манипуляционных устройств по заданным параметрам;
- проводить наладку на холостом ходу и в рабочем режиме механических и электромеханических устройств манипуляторов;
- осуществлять наладку нулевого положения и зажимных приспособлений;
- устанавливать технологическую последовательность этапов пусконаладочных работ;
- осуществлять расчет технологических параметров и обеспечения пусконаладки манипуляторов;
- вносить корректировку в работу манипуляционных устройств в соответствии с заданными техническими параметрами.

знать:

- основные правила построения чертежей и схем, требования к разработке и оформлению конструкторской и технологической документации;
- основные законы электротехники;
- физические, технические и промышленные основы электроники;
- типовые узлы и устройства электронной техники;
- основы технической механики, узлы и элементы механических систем промышленных роботов-манипуляторов;
- общие сведения о системах управления промышленным предприятием;
- понятие комплексной механизации и автоматизации основные виды и средства автоматизации технологических процессов и производств;
- область, применение и классификацию промышленных манипуляторов, требования к оснащению манипуляционными устройствами технологических позиций производственных участков;
- классификацию схемы управления и применение приводов в системах автоматизации процессов;

- классификацию манипуляционных устройств, их основных узлов и элементов;
- системы управления манипуляторами;
- исполнительные устройства и их характеристики;
- классификацию и характеристики чувствительных элементов и средства передвижения в пространстве;
- понятие о рабочем пространстве и рабочей зоне манипулятора;
- технические показатели, характеризующие промышленных роботов;
- среды и языки программирования манипуляторов;
- аппаратное обеспечение и его исполнение; адаптивные системы управления;
- понятие и основные этапы пусконаладки манипуляторов;
- назначение и особенности узловой сборки манипуляторов;
- назначение и основные разделы документации завода-изготовителя;
- оценку качества пусконаладочных работ;
- способы определения причин сбоев в работе манипуляционных устройств и профилактику их возникновения.

МДК.01.02 «Программирование систем с числовым программным управлением» относится к дисциплинам профессионального модуля по ПМ 01 «Осуществление комплекса работ по узловой сборке и пусконаладке манипуляторов на технологических позициях роботизированных участков», формирующего профессиональные знания, необходимые для освоения специальности. Изучение дисциплины базируется на знаниях таких дисциплин как «Математика», «Физика», «Информатика», «Информационное обеспечение профессиональной деятельности», «Инженерная графика», «Роботизированные системы и их промышленное применение», «Типовые технологии производства», МДК 01.01 «Технология работ по узловой сборке и пусконаладке манипуляторов».

В результате освоения дисциплины формируются компетенции:

Коды компетенций	Содержание компетенции
ОК	ОБЩИЕ КОМПЕТЕНЦИИ
ОК-1	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.
ОК-2	Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.
ОК-3	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.
ОК-4	Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.
ОК-5	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.
ОК-6	Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей.
ОК -7	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.
ОК -8	Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности
ОК – 9	Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК-10	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языке.
ОК-11	Планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфе-

Коды компетенций	Содержание компетенции
	ре.
ПК	ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ
ПК 1.4	Выполнять настройку и конфигурирование программируемых логических контроллеров манипуляторов в соответствии с принципиальными схемами подключения
ПК 1.5	Разрабатывать управляющие программы для манипуляторов в соответствии с техническим заданием

2 НАПИСАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

2.1 Структура курсового проекта

В зависимости от выбранной темы и задания, содержание курсового проекта может быть представлено следующими вариантами структуры:

– вариант 1:

ВВЕДЕНИЕ

1 АНАЛИЗ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ (ПО ВАРИАНТАМ)

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ (ПО ВАРИАНТАМ)

2.1 Выбор и определение размеров заготовки

2.2 Разработка технологического процесса обработки детали

2.3 Выбор инструмента и назначение режимов обработки

2.4 Расчет опорных точек траектории детали

3 СОЗДАНИЕ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САМ-СИСТЕМЫ

3.1 Создание 3D-модели детали

3.2 Создание заготовки в САМ-системе

3.3 Создание переходов, задание режущего инструмента и режимов обработки для черновой обработки детали

3.4 Создание переходов, задание режущего инструмента и режимов обработки для чистовой обработки детали

3.5 Разработка управляющей программы

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

ПРИЛОЖЕНИЯ

Графическая часть (чертежи формата не менее А3):

1. Рабочий чертеж детали

– Вариант 2:

ВВЕДЕНИЕ

1 АНАЛИЗ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ (ПО ВАРИАНТАМ)

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ (ПО ВАРИАНТАМ)

2.1 Выбор технологического оборудования.

2.2 Выбор инструмента.

2.3 Технологический маршрут обработки детали.

2.4 Назначение режимов обработки.

3. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ, КОДИРОВАНИЕ. (ПО ВАРИАНТАМ)

3.1 Создание 3D-модели детали

3.2 Создание заготовки в САМ-системе

3.3 Разработка управляющей программы

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

ПРИЛОЖЕНИЯ

Графическая часть (чертежи формата не менее А3):

1. Рабочий чертеж детали

Структура курсового проекта может быть изменена на усмотрение преподавателя. Окончательная структура курсового проекта отражается в задании на проектирование.

2.2 Методические рекомендации по разделам курсового проекта

Тема курсовых проектов по дисциплине предлагается преподавателем или может быть предложена самим студентом. Примерная тематика курсовых проектов представлена в приложении А.

Задание на проектирование выдается преподавателем и содержит тему и структуру проекта (приложение Б).

Введение.

Во введении отражается актуальность работы, цель и задачи работы, объект и предмет исследования, теоретические основы курсового проекта, используемые методы исследования, характеристика используемой литературы, практическая значимость работы, приводится структура и объем курсового проекта.

1) Актуальность темы курсового проекта. Состояние выбранной предметной области на данный момент и обоснование необходимости исследования проблемных вопросов.

2) Цель и задачи курсового проекта. Студент формулирует цели и задачи курсового проекта. Целью является утвержденная тема курсового проекта. Задачи включают в себя формулировку в соответствии с выбранной и утвержденной преподавателем темы курсового проекта:

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- Осуществить анализ предметной области.
- Осуществить технологическую подготовку управляющей программы
- Создать управляющую программу с использованием САМ-системы

3) Объектом исследования является процесс или явление, порождающее проблемную ситуацию и избранное для изучения. Предмет исследования – это то, что находится в границах объекта. *Например, объект - процесс производство детали, предмет исследования – управляющая программа изготовления детали.*

4) Теоретические основы и методы исследования. В качестве теоретической основы курсового проекта приводятся основные источники литературы, используемые при ее написании. Приводятся методы исследования, используемые при написании курсового проекта. *Например: теоретическими основами курсового проекта являются учебники авторов и др. Методы исследования: теоретический анализ, анализ документов и т.п.*

5) Структура и объем курсового проекта. Курсовой проект состоит из следующих структурных элементов: введения, трех глав, заключения, списка использованных источников и литературы, заключения.

2.2.1 Анализ чертежа детали (по вариантам)

В этом разделе производится анализ детали в зависимости от варианта. Варианты эскизов деталей приведены в приложении В. Варианты деталей выбираются обучающимся самостоятельно или назначаются преподавателем в зависимости от темы курсового проекта. Используются указанные размеры деталей. Недостающие размеры проставляются обучающимися самостоятельно исходя из конструкции детали.

В данном разделе описывается тип детали, ее габаритные размеры и типы обрабатываемых поверхностей, область применения. А также требования по точности и качеству обрабатываемых поверхностей. Проводится анализ детали на технологичность. Определяется положение нулевой точки и расположение осей координат. Устанавливается какие отдельные элементы детали повторяются (возможно в повернутом виде) и могут быть сохранены в подпрограмме, где целесообразны или необходимы смещения нулевой точки, вращение, отражение, масштабирование. Выполняется анализ материала детали.

По полученному в задании эскизу выполняется рабочий чертеж детали, который представляется в качестве графической части. Формат чертежа должен быть не меньше А3 в горизонтальном расположении.

Рабочий чертеж детали должен быть выполнен в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД на форматы, масштабы изображения (виды, разрезы, сечения), нанесение размеров, условные изображения деталей и их конструктивных элементов, а также на обозначение допусков шероховатости, термообработки, предельных отклонений форм и расположения поверхностей и т.п. Условные обозначения материала должны соответствовать обозначениям, установленным стандартами на материал. Технические условия на изготовление детали, как правило, указываются непосредственно на чертеже детали.

Размеры относительно низкой точности (от 12-го качества и грубее) могут быть оговорены в чертеже общей записью в технических требованиях, например:

а) Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий – Н14; валов – h14; остальных – +IT14/2

б) Неуказанные предельные отклонения размеров: диаметров – Н12, h12; остальных – +IT12/2.

Обозначения шероховатости поверхностей должны быть выполнены в чертеже детали в соответствии с требованиями стандарта.

Пример рабочего чертежа детали приведен на рисунке 1.

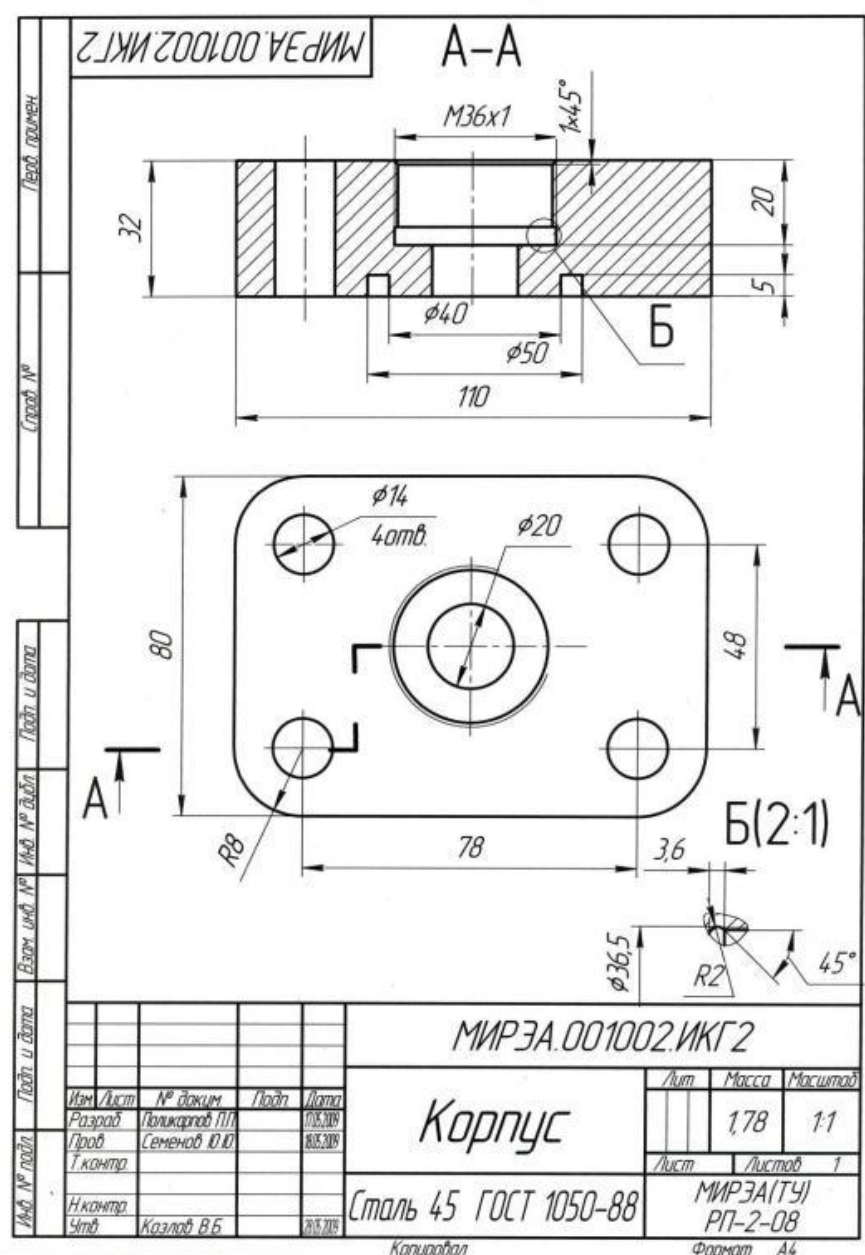


Рисунок 1 – Пример выполнения рабочего чертежа детали

2.2.2 Технологическая подготовка управляющей программы (по вариантам)

2.2.2.1 Выбор и определение размеров заготовки

В данном подразделе производится определение типа заготовки и ее размеры.

На основании анализа формы и размеров детали, с использованием справочной литературы и средств сети интернет, выбирается вид заготовки и метод ее получения, а также ее геометрические размеры.

Основными видами заготовок для деталей, изготавливаемых из металлов и их сплавов, являются:

а) сортовой материал, изготавливаемый прокатом, волочением и т.п. (прутки, трубы листы, полосы, ленты и др.). некоторые из этих видов заготовок могут применяться и для ряда неметаллических материалов (винипласт, гетинакс, текстолит и др.);

б) отливки (литые заготовки);

в) поковки и штамповки.

Выбор метода изготовления заготовки зависит от материала детали и ее массы (габаритов), величины производственной партии, требований к точности формы, размеров и взаимного расположения поверхностей, их шероховатости, а иногда и от некоторых других факторов. При возможности назначения нескольких методов выбирается наиболее экономичный в данных производственных условиях.

Сортовой материал следует применять в тех случаях, когда профиль материала соответствует профилю детали.

Круглые прутки и трубы применяются в основном для изготовления деталей, имеющих форму тел вращения.

Плоский прокат используют главным образом в условиях единичного и мелкосерийного производства для деталей, заготовки к которым нецелесообразно изготавливать в виде отливок, объемных штамповок и т.п.

Необходимые сведения о различных видах проката (размеры, точность изготовления, качество поверхности и др.) заключены в ГОСТах на сортамент.

Номинальные размеры плоских заготовок, соответствующие стандартизованным размерам по сортаменту (по высоте или ширине), определяются с последующим округлением размера до стандартизованного по формуле:

$$B_1 = B + 2Z_0 \quad (1)$$

где B_1 – расчётный размер заготовки (высота или ширина); B – размер детали по чертежу; Z_0 – припуск на сторону.

Величина припуска - Z_0 выбирается из таблицы 1, если допуск на размер B не точнее значений 12-го квалитета, а шероховатость поверхности по параметру Ra - не менее 1,25 мкм.

Таблица 1 – Припуски на размер B на сторону

Размер обработки, мм	При длине обработки			
	Св. 50	св. 50 до 100	св. 100 до 200	св. 200 до 300
До 10	1,0	1,2	1,5	1,8
Св. 10 до 30	1,3	1,5	1,8	2,0
Св. 30 до 80	1,5	1,6	2,0	2,5
Св. 80 до 180	1,6	1,8	2,2	2,8

На основании рассчитанного размера B (или двух размеров – толщины и ширины или длины), выбирается стандартизованный размер (размеры) по сортаменту. При этом размер заготовки должен быть больше размера детали.

При расчете размера заготовки, получаемого путем отрезки (вырезка заготовки из плиты, отрезка полосы от листа, отрезка мерной заготовки по длине из прутка и т.п.) следует пользоваться формулой:

$$B1 = B + 2Z_0 + l_p, \quad (2)$$

где B - размер детали по чертежу (или сумма размеров на n деталей при групповой заготовке); Z_0 - припуск на сторону, определяемый по таблице 1; l_p - ширина реза (выбирается по таблицы 2).

Таблица 2 – Ширина реза в зависимости от оборудования

Оборудование для резки	Ширина реза l_p , мм при толщине заготовки, мм		
	до 4	св.4 до 12	св.12
Гильотинные ножницы	0	-	-
Рычажные ножницы	-	0	-
Дисковые ножницы	0	0	-
Дисковая пила	-	-	5- 10
Газовая резка	-	-	10
Фрезерный станок (только для цветного материала)	-	4	6

Примечание. Прочерк в графах указывает на неприменимость данного вида оборудования для резки материала.

Если деталь изготавливается методом холодной штамповки из мерной по ширине ленты (полосы), то при однорядном раскрое (рисунок 2):

$$A1 = A + Z_0; B1 = B + 2Z1 \quad (3)$$

где $A1$, и $B1$ - расчетные размеры заготовки соответственно вдоль и поперек ленты (полосы); A и B - размеры детали соответственно вдоль и поперек ленты (полосы); Z_0 - величина перемычки между деталями вдоль заготовки; $Z1$ - величина боковой перемычки по краю заготовки.

На основании рассчитанного размера $B1$ по сортаменту выбирается стандартный размер ширины заготовки, при этом должно быть выдержано условие $B1 \gg B$, где $B1$ - размер заготовки по сортаменту.



Рисунок 2 – Расположение заготовок при однорядном раскрое.

Одним из наиболее распространенных способов получения заготовок является литье, которое применяется для изготовления корпусных и других деталей довольно сложной конфигурации.

В таблице 3 приведены наиболее используемые методы литья и достижимые параметры.

Таблица 3 – Минимальные параметры размеров заготовок, получаемых литьем

Метод получения	Наименьшая толщина стенок, мм	Минимальный диаметр отверстия, мм	Квалитет	Шероховатость Rz, мкм
Литье в песчано глинистые формы	сталь 6...8 чугун 3...4 цветн. 3...8 сплавы	25 10 8-10	16-17 16-17 15-16	320-40
Литье в оболочковые формы	сталь 3...4 чугун 3...4 цветн. 2...2,5 сплавы	25 10 8-10	14-15 14-15 13-14	40-10
Литье в кокиль(металлические формы)	сталь 8...10 чугун 4...15 цветн. 3...6 сплавы	25 10 8-10	14-15 14-15 13-14	80-20
Литье по выплавляемым моделям	сталь 1,5 чугун 1,0 цветн. 0,7...1,5 сплавы	5 5 5	13-14 13-14 12-13	40-10
Литье под давлением	цветн. 0,6...1,5 сплавы	1,5-5	12-13	20-5

Разброс значений минимальных толщин стенок отливок из стали и чугуна зависит от размера отливки, её массы и марки стали материала. Для цветных металлов наименьшее значение толщин стенок имеют отливки из магниевых и алюминиевых сплавов, наибольшее значение у отливок из медных сплавов.

Поверхности детали, для которой выбирается заготовка, могут выполняться без припуска на механическую обработку, если достижимые точность и шероховатость, соответствуют заданным или грубее их. Исключение составляют те поверхности, которые в последующем служат технологической или конструкторской (основной или вспомогательной) базами и подлежат обработке из соображений применения "чистой" базы.

Ковкой получают поковки простой формы массой до 250 кг. Припуски и допуски на поковки 3-5мм, изготавливаемых на молотах $5 \pm 1; 2$ мм, а на поковки, изготавливаемые на прессах 10 ± 3 мм.

С применением штампов (закрытых и открытых) получают поковки массой до 150 кг (главным образом мелкие до 5 кг) с относительно сложной формой с припусками от 3 мм и выше, допуски +1,5 и более.

Горячая штамповка выполняется на молотах и прессах в открытых и закрытых штампах, выдавливанием, гибкой.

Припуск на сторону для поковок, в зависимости от используемого оборудования, массы заготовок, материала: от 0,6 до 6,4 мм. Поля допусков соответственно от 0,6 до 11 мм.

При механической обработке заготовки заданные чертежом формы, размеры и качество поверхностного слоя достигаются последовательно за несколько операций и переходов.

Припуск на обработку поверхностей детали может быть назначен по соответствующим справочным таблицам или на основе расчетно-аналитического метода определения припусков.

Значение припусков на обработку при ведены в таблице 4.

Таблица 4 – Операционные припуски на фрезерование плоскостей, мм

Тол- щина	Черновое фрезерование после грубого						Чистовое фрезерование после чернового					
	ширина до 200 мм			ширина св.200 до 400 мм			ширина до 200 мм			ширина св.200 до 400 мм		
	припуск на толщину при длине											
	до 100	св. 100 до 260	св. 260 до 400	до 100	св. 100 до 260	св. 260 до 400	до 100	св. 100 до 260	св. 260 до 400	до 100	св. 100 до 260	св. 260 до 400
6...30	1.0	1.2	1.5	1.2	1.5	1.7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
30...50	1.0	1.5	1.7	1.5	1.5	2.0	1.0	1.0	1.2	1.0	1.2	1.2
50...	1.5	1.7	2.0	1.7	2.0	2.5	1.0	1.3	1.5	1.3	1.5	1.5

Расчетно-аналитический метод припусков предусматривает расчет припусков по всем последовательно выполняемым технологическим операциям (переходам) обработки данной поверхности заготовки (промежуточные припуски), их суммирование для определения общего припуска на обработку поверхности и расчет промежуточных размеров, определяющих размеры заготовки.

2.2.2.2 Выбор технологического оборудования

В данном подразделе производится выбор технологического оборудования в зависимости от типа детали.

Выбор технологического оборудования, как правило, сводится к выбору станка с УЧПУ исходя из класса детали и ее габаритных размеров, а также требований по точности и качеству обрабатываемых поверхностей.

Так, для деталей класса тел вращения выбирают станки токарной группы, для корпусных деталей - фрезерной группы, для корпусных деталей с отверстиями, точность которых, а также взаиморасположение строго нормируется - координатно-расточные станки с УЧПУ и т. д.

В дальнейшем состав технологического оборудования может быть расширен исходя из потребности в выполнении дополнительных операций (например, добавлен фрезерно-центровальный станок для подготовки технологических баз и достижения габаритного размера детали по длине или сверлильный станок с кондукторной плитой для выполнения установочных отверстий в базовой поверхности и т. п.).

Целесообразность применения того или иного УЧПУ обуславливается сложностью формы детали, поэтому при выборе типа УЧПУ фрагментируют деталь и по наиболее сложному фрагменту поверхности назначают тип УЧПУ.

2.2.2.3 Разработка технологического процесса обработки детали

В данном подразделе осуществляется разработка технологической последовательности выполнения операций для обработки заданной детали.

Определение последовательности технологических операций, разработка технологического процесса изготовления детали представляет собой сложную задачу с большим числом возможных решений.

Общая схема технологического процесса изготовления детали может быть представлена в виде последовательных приближений к показателям детали в соответствии с требованиями чертежа. Этапы приближения: операции 1-го приближения (заготовительные); операции 2-го приближения (черновая обработка); операции 3-го приближения (чистовая обработка); операции 4-го приближения (отделочные работы).

При установлении общей последовательности обработки сначала обрабатывают поверхности, принятые за технологические базы. Затем обрабатывают остальные поверхности в последовательности, обратной степени их точности.

Составление технологического маршрута обработки детали предшествует оформлению технологического процесса на картах и ведется в черновой тетради, с последующим изложением в пояснительной записке (для курсовых проектов).

Разработка содержания операций означает последовательность переходов в операции.

Разработка технологической операции начинается с выявления элементарных поверхностей, обработка которых должна осуществляться определенным инструментом, т.е. с расчленения операции на переходы.

Переходы содержат указания - какими инструментами можно получить каждую элементарную поверхность в зависимости: от требуемой точности и шероховатости. Одновременно с этим определяется количество проходов с расчетом глубины резания для каждого прохода.

После определения содержания переходов рассматривают возможность сокращения количества инструментов, возможность применения нескольких инструментов в одной наладке и в связи с этим - сокращения количества проходов и переходов.

В процессе разработки переходов следует учесть, что одновременная обработка нескольких поверхностей обеспечивает соосность данных поверхностей с более высокой точностью.

Операция может содержать один и более установ, а также один и более переход. Сначала рассматривают и определяют количество и последовательность установов, а потом - переходов. Для каждого установа выполняется отдельный эскиз с указанием номера установа.

Технологический маршрут должен содержать наименование и последовательность переходов, перечень обрабатываемых на переходе поверхностей и название используемого инструмента.

Например, для детали, представленной на рисунке 1, технологический маршрут может быть следующим.

Операция 010 Контурное фрезерование

Переход 1. Фрезеровать деталь по контуру, согласно указанных размеров.

Операция 020. Сверлильно-центровальная.

Переход 1. Центровать отверстия, согласно указанных размеров.

Переход 2. Сверлить отверстия, согласно указанных размеров.

Переход 3. Нарезать резьбу, согласно указанных размеров.

Переход 4. Снять фаску, согласно указанных размеров.

Пример оформления технологического процесса для курсового проекта приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Пример оформления технологического процесса

Номер операции	Название операции	Установ	Переход	Оборудование	Инструмент	Содержание операции (перехода)
1	2	3	4	5	6	7
005	Фрезерная	1	1	Фрезерный	Фреза	Фрезеровать поверхность заготовки
010	Сверлильная	1	2	Фрезерный	Сверло	сверлить отверстия Ø 10

В графе «Номер операции» указывается номер операции в виде трехзначного числа в арифметической прогрессии, например, 005, 010, 015 и т.д. Промежуточные цифры, при необходимости, используются для нумерации операций, разрабатываемых дополнительно или взамен аннулированных.

В графе «Название операции» записывается наименование операции в виде прилагательного в именительном падеже в соответствии с ГОСТ 3.1702-79 «Правила записи операций и переходов».

В графе «Установ» указывается номер установа. При наличии приводится схема базирования. При обозначении порядковых номеров установов следует применять арабские цифры в порядке возрастания.

В графе «Переход» указывается номер и содержание перехода. При одном установе возможно несколько переходов. При обозначении порядковых номеров переходов следует применять арабские цифры в порядке возрастания. После указания перехода следует ставить точку. Начало записи перехода следует начинать с прописной буквы.

При записи содержания переходов допускается полная или сокращенная форма записи.

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

Сокращенную запись следует выполнять при условии ссылки на условное обозначение конструктивного элемента обрабатываемого изделия. Данную запись выполняют при достаточной графической информации. Например, «Точить канавку 1».

В графе «Переход» не указываются вспомогательные переходы, предусматривающие переустановку заготовки при отсутствии соответствующих графических изображений и условных обозначений применяемых баз и опор. В данном случае следует выполнять соответствующую запись, например, «Переустановить и закрепить деталь». Во время выполнения вспомогательных переходов установ может отсутствовать.

В графе «Оборудование» указывается наименование и модель оборудования. Наименование оборудования и его модель следует записывать в соответствии с паспортом оборудования, например, «Токарно-винторезный станок 1К62».

В графе «Инструмент» указывается информация о технологической оснастке: приспособлении, вспомогательном инструменте, режущем инструменте, слесарном инструменте или средстве измерения. Информация о технологической оснастке состоит из наименования, типа, модели инструмента или приспособления. Наименование технологической оснастки следует указывать в соответствии с имеющимся паспортом или нормативной документацией. При необходимости указания к операции (переходу) нескольких видов оснастки ее следует указывать в порядке очередности:

- приспособление;
- вспомогательный инструмент;
- режущий или слесарный инструмент;
- средства измерения или контроля.

В графе «Содержание операции» указываются содержание операции (перехода), в которое должно быть включено:

- ключевое слово, характеризующее метод обработки, выраженное глаголом в неопределенной форме, например, точить, фрезеровать, сверлить и т.п.;
- наименование обрабатываемой поверхности, конструктивных элементов или предметов производства, например, цилиндр, галтель, заготовка и т.п.;
- информация по размерам или их условным обозначениям;
- дополнительная информация, характеризующая количество одновременно или последовательно обрабатываемых поверхностей, характер обработки, например, 2 отверстия, начерно, предварительно, одновременно и т.п.;
- эскиз обработки соответствующих поверхностей.

Пример записи в графе «Содержание операции» приведен на рисунке 3.

Сверлить 4 сквозных отверстия с последующим зенкованием фасок, выдерживая $d=10\pm0,2$, $d=40\pm0,05$, $90^\circ\pm30'$ и $1\times45^\circ$ согласно чертежу.

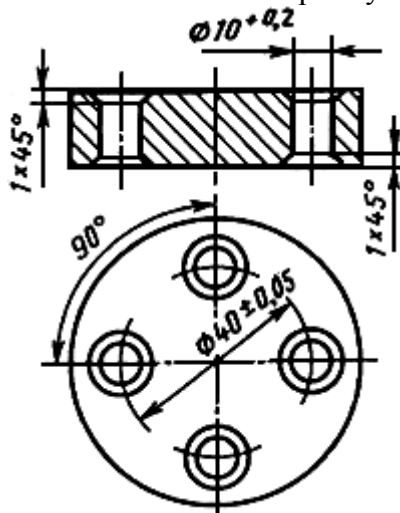


Рисунок 3 – Пример заполнения графы «Содержание операции»

При оформлении технологического процесса следует руководствоваться ГОСТ 3.1702-79 «Правила записи операций и переходов» и ГОСТ 3.1129-93 «Общие правила записи технологической информации в технологических документах на технологические процессы и операции».

2.2.2.4 Выбор технологической оснастки и назначение режимов обработки

В данном подразделе осуществляется подбор вспомогательного и режущего инструментов для разработанного технологического процесса, а также расчет и окончательный выбор режимов резания.

Технологическая оснастка - это средства технологического оснащения, дополняющие технологическое оборудование для выполнения определенной части технологического процесса и устанавливаемые на технологическом оборудовании (или применяемые рабочим) для выполнения данной конкретной операции или группы операций.

К оснастке при механической обработке относятся: приспособления, режущий, вспомогательный и мерительный инструмент.

Приспособление - это технологическая оснастка, предназначенная для установки или направления предмета труда или инструмента при выполнении технологической операции. Станочное приспособление это не имеющее формообразующих средств вспомогательное орудие производства, предназначенное для установки в нем заготовок с целью изготовления изделий на механообрабатывающем оборудовании.

В зависимости от правил проектирования и эксплуатации приспособлений существует шесть систем станочных приспособлений:

- Универсально-безналадочные приспособления (УБП). Например, 3-х и 4-х кулачковые патроны, поводковый патрон, машинные тиски. Изготавливаются централизованно. Рекомендуются к применению при всех типах производства;
- Универсально-наладочные приспособления (УНП). Например, 3-х кулачковые патроны со сменными кулачками, машинные тиски со сменными губками, планшайбы со сменными прихватами, делительные головки к фрезерным станкам. Изготавливаются централизованно или на заводе-потребителе. Применяются в серийном и массовом типе производства;
- Универсально-сборные приспособления (УСП), собираемые из комплекта стандартных деталей, изготавливаемых централизованно. Сборка приспособления ведется без чертежа, непосредственно для данной операции, после чего приспособление разбирается. Рекомендуются к применению в единичном и мелкосерийном производстве;

- Сборно-разборные приспособления (СРП). Собираются из комплекта стандартизованных и не стандартизованных деталей самим рабочим на рабочем месте для каждой операции, после чего - разбираются. По мере необходимости нестандартные детали проектируются и изготавливаются для новых деталей. Рекомендуются к применению в серийном типе производства для групп деталей (унифицированная технология);

- Специализированные наладочные приспособления (СШ). Их также называют групповыми или быстропереналаживаемыми приспособлениями. Проектируются на заводе - потребителе для определенных групп деталей (унифицированная технология) в условиях единичного и серийного производства;

- Не разборные специальные приспособления (НСП). Проектируются на заводе - потребителе и применяются только для одной детали-операции (единичная технология). Рекомендуются к применению в массовом и крупносерийном производстве, реже в средне и мелкосерийном, но при отсутствии возможности использования приспособлений других систем.

К технологической оснастке относится также мерительный, режущий и вспомогательный инструмент.

Выбор инструмента осуществляется по справочной литературе, исходя из контура обрабатываемой детали. При этом описывается назначение инструмента, выполняется его эскиз с указанием порядкового номера, размеров, вида и материала режущей части, ее геометрии и ГОСТ на инструмент, и используемую многогранную неперетачиваемую пластину.

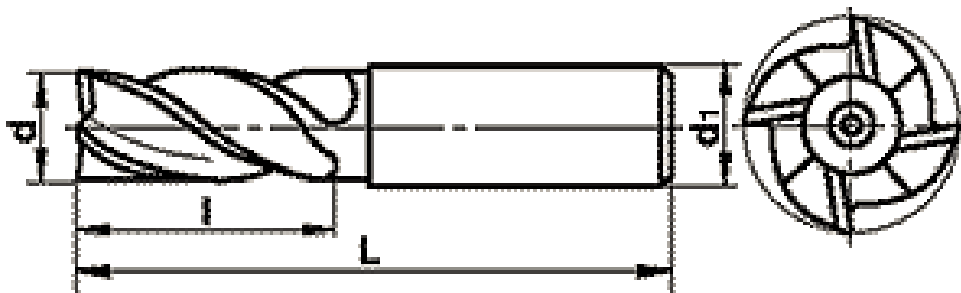


Рисунок 4 - Пример выполнения эскиза инструмента

Прежде всего, необходимо выбрать тип режущего инструмента (фрезы), оценивая материал заготовки, её размеры и сложность технологического маршрута обработки (величину припусков, наличия пазов, отверстий и т. д.).

Для обработки больших плоскостей используют торцевые фрезы, для обработки контуров – концевые. В ряде случаев плоскости также можно обрабатывать концевыми фрезами.

Основные параметры фрез при выбранном материале режущей части: наружный диаметр фрезы D ; длина рабочей части l ; число зубьев z и радиус r (рисунок 5).

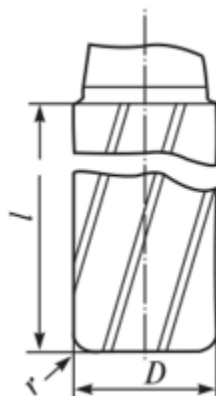


Рисунок 5 – Основные параметры фрезы

Фрезы однозаходные как правило применяются для обработки материалов с низкой твёрдостью — вязких (таких как пластик, акрил, ПВХ, органическое стекло, композитные

алюминиевые панели и т. п.), а также хрупких (дерево, фанера и пр.). Данный тип фрез применяется для быстрой резки (раскроя) заготовок в случае, когда качество краёв среза не критично, или же будет исправлено при дальнейшей чистовой обработке.

Фрезы двухзаходные используются для работы с более твёрдыми материалами. Спиральные канавки фрезы (с двумя- и более заходами) хорошо отводят мелкую хрупкую стружку, позволяя снимать больше материала за один проход, одновременно обеспечивая большую чистоту обработанной поверхности.

Круглые фрезы обеспечивают наименьшую шероховатость поверхности (вследствие малых вибраций при вращении) и применяются для гравировки поверхности заготовки или обработки сложных рельефных узоров.

Фрезы с раздвоенным лезвием (в виде «рыбьего хвоста») приспособлены для обработки сквозных отверстий — хитрая форма режущей части позволяет предотвратить сколы и дефекты при выходе фрезы из тела материала с тыльной обрабатываемой стороны.

При выборе типа фрезы следует учитывать особенности оборудования. К примеру, современные фрезерные станки с ЧПУ обладают значительной жёсткостью конструкции, что в сочетании с мощными шпинделями позволяет обрабатывать заготовки на высоких скоростях. В этом случае в качестве режущего инструмента должны применяться специальные фрезы с повышенной твёрдостью и стойкостью режущей части.

Размеры фрезы следует выбирать исходя из габаритов заготовки и мощности фрезерного станка, а также способе подвода режущего инструмента к обрабатываемой поверхности (т. е. взаимного перемещения фрезы и заготовки). Диаметр фрезы будет зависеть от ширины зоны обработки и количества черновых и чистовых подходов.

При обработке открытых плоских областей детали не возникает особых ограничений в выборе диаметра фрезы. С увеличением диаметра фрезы растет производительность обработки. Поскольку стойкость фрез с ростом их диаметра также увеличивается, то выбор инструмента с большим диаметром обеспечивает не только наиболее производительную, но и экономичную обработку.

При торцовой обработке ребер диаметр фрезы целесообразно назначать из условия

$$D=(5\dots10)b+2r, \quad (4)$$

где b — окончательная толщина стенки ребра; r — радиус закругления у торца инструмента.

При обработке контуров, а также полуоткрытых, закрытых и комбинированных областей максимальный диаметр фрезы ограничивается наименьшим радиусом, образующим вогнутость на контуре.

При чистовой обработке поверхности контура желательно выбирать инструмент так, чтобы его радиус был меньше, чем минимальный радиус, образующий вогнутость на контуре.

При назначении диаметра инструмента для черновой обработки внутренних радиусов сопряжения желательно, чтобы оставляемый во внутренних углах контура припуск не превышал $(0,15\dots0,25)D$, где D — диаметр инструмента, применяемого на чистовом переходе.

Для обеспечения жесткости инструмента желательно, чтобы его диаметр удовлетворял условию $H < 2,5D$, где H — максимальная высота стенки обрабатываемой детали (рисунок 6). Если это условие не выполняется, то выбирают фрезу с ближайшим большим типовым диаметром. Иначе обработку производят за несколько переходов.

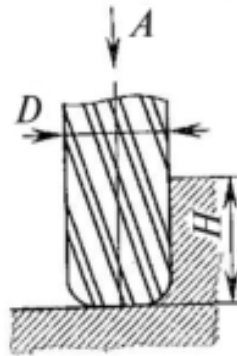


Рисунок 6 – Схема к выбору параметров фрезы

Длина режущей части инструмента для обработки полуоткрытых и закрытых областей $L = H + (5...7)$, а для обработки наружных и внутренних открытых контуров $L = H + r + 5$, где r — радиус закругления у торца фрезы.

При назначении элементов режимов резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования.

Элементы режима резания обычно устанавливаются в порядке, указанном ниже.

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

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

Скорость резания v рассчитывают по эмпирическим формулам, установленным для каждого вида обработки.

Конфигурация обрабатываемой поверхности и вид оборудования определяют тип применяемой фрезы (рисунок 7). Её размеры определяются размерами обрабатываемой поверхности и глубиной срезаемого слоя.

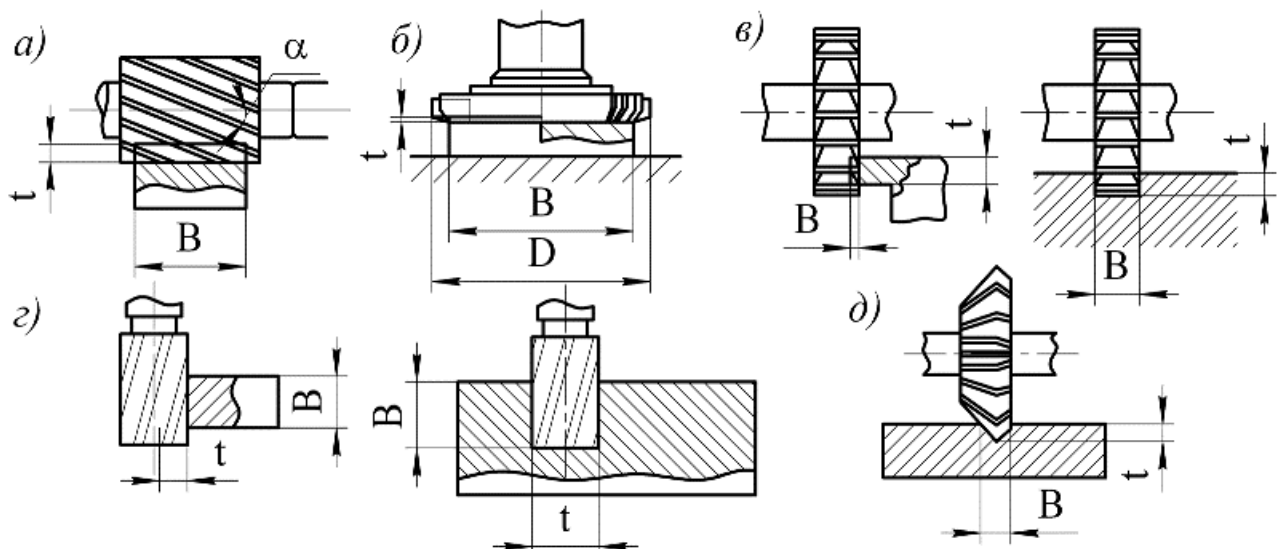


Рисунок 7 – Виды фрезерования

Глубина фрезерования t и ширина фрезерования B – понятия, связанные с размерами слоя заготовки, срезаемого при фрезеровании (рисунок 7). Во всех видах фрезерования, за исключением торцового, t определяет продолжительность контакта зуба фрезы с заготовкой; t измеряют в направлении, перпендикулярном к оси фрезы. Ширина фрезерования B определяет длину лезвия зуба фрезы, участвующую в резании; B измеряют в направлении, параллельном оси фрезы. При торцовом фрезеровании эти понятия меняются местами.

Подача. При фрезеровании различают подачу на один зуб s_z , подачу на один оборот фрезы s и подачу минутную s_M , которые находятся в следующем соотношении:

$$s_M = s n = s_z z n, \quad (5)$$

где n – частота вращения фрезы, об/мин; z – число зубьев фрезы.

Исходной величиной подачи при черновом фрезеровании является величина ее на один зуб s_z , при чистовом фрезеровании – на один оборот фрезы s , по которой для дальнейшего использования вычисляют величину подачи на один зуб $s_z = s / z$.

При написании программ в параметр F записывается значение подачи на один оборот или минутной подачи в зависимости от типа обработки.

Рекомендуемые подачи для различных фрез и условий резания приведены в таблицах 5 – 7.

Таблица 5 – Подачи при черновом фрезеровании торцовыми, цилиндрическими и дисковыми фрезами из быстрорежущей стали.

Мощность станка или фрезерной головки, кВт	Жесткость системы заготовка – приспособление	Фрезы			
		Торцовые и дисковые		Цилиндрические	
		Подача на один зуб, S_z , мм, при обработке			
		Конструкционной стали	Чугуна и медных сплавов	Конструкционной стали	Чугуна и медных сплавов
Фрезы с крупным зубом и фрезы со вставными ножами					
Св. 10	Повышенная	0,20-0,30	0,40-0,60	0,40-0,60	0,60-0,80
	Средняя	0,15-0,25	0,30-0,50	0,30-0,40	0,40-0,60
	Пониженная	0,10-0,15	0,20-0,30	0,20-0,30	0,25-0,40
Продолжение таблицы 5					
5 – 10	Повышенная	0,12-0,20	0,30-0,50	0,25-0,40	0,30-0,50
	Средняя	0,08-0,15	0,20-0,40	0,12-0,20	0,20-0,30
	Пониженная	0,06-0,10	0,15-0,25	0,10-0,15	0,12-0,20
До 5	Средняя	0,06-0,07	0,15-0,30	0,08-0,12	0,10-0,18
	Пониженная	0,04-0,06	0,10-0,20	0,06-0,10	0,08-0,15
Фрезы с мелким зубом					
5 – 10	Повышенная	0,08-0,12	0,20-0,35	0,10-0,15	0,12-0,20
	Средняя	0,06-0,10	0,15-0,30	0,06-0,10	0,10-0,15
	Пониженная	0,04-0,08	0,10-0,20	0,06-0,08	0,08-0,12
До 5	Средняя	0,04-0,06	0,12-0,20	0,05-0,08	0,06-0,12
	Пониженная	0,03-0,05	0,08-0,15	0,03-0,06	0,05-0,10

Примечание: большие значения подач брать для меньшей глубины и ширины фрезерования, меньшие – для больших значений глубины и ширины.

Таблица 6 – Подачи при фрезеровании стальных заготовок различными фрезами из быстрорежущей стали

Диаметр фрезы D, мм	Фрезы	Подача на зуб s, мм, при глубине фрезерования t, мм									
		3	5	6	8	10	12	15	20	30	
16	Концевые	0,08-0,05	0,06-0,05	-	-	-	-	-	-	-	
20		0,10-0,06	0,07-0,04	0,08-0,04 0,10-0,05							
25		0,12-0,07	0,09-0,05								
35		0,16-0,10	0,12-0,07								
40	Угловые и фасонные	0,08-0,04	0,07-0,05	0,06-0,04 0,12-0,05	-	-	-	-	-		
	Концевые Угловые и фасонные Прорезные	0,20-0,12	0,14-0,08	0,07-0,06-0,03							
		0,09-0,05	0,07-0,05	0,08-0,05							
50	Концевые Угловые и фасонные Прорезные	0,009-0,005	0,007-0,003	0,01-0,007 0,13-0,08	0,06-0,03	-	-	-	-	-	
		0,25-0,15	0,15-0,10	0,07-0,04	-						
		0,10-0,06	0,08-0,05	0,012-0,008	0,10-0,07						
		0,010-0,006	0,008-0,004	0,07-0,04	0,06-0,03						
60	Угловые и фасонные Прорезные Отрезные	0,10-0,06	0,08-0,05	0,015-0,01	0,012-0,008	0,05-0,03	-	-	-	-	
		0,013-0,008	0,010-0,005	0,025-0,015	0,06-0,04 0,015-0,01						
		-	-	0,09-0,05 0,025-0,01	0,022-0,012						0,015-0,01 0,02-0,01
		0,12-0,08	0,10-0,06	0,07-0,05 0,03-0,015 0,11-0,05	0,027-0,012						0,06-0,04 0,02-0,01 0,025-0,01
75	Угловые и фасонные Прорезные Отрезные	-	0,12-0,05	0,03-0,02	0,10-0,05	0,09-0,04	0,06-0,03 0,017-0,008 0,022-0,01	0,015-0,007 0,02-0,01	0,05-0,03	0,023-0,013 0,025-0,015 0,028-0,016	
		0,12-0,08	-	0,03-0,025	0,028-0,016						
90	Угловые и фасонные Отрезные	-	-	-	0,03-0,02	-	0,023-0,015 0,025-0,02	0,022-0,012 0,025-0,02 0,03-0,02	0,023-0,013 0,025-0,015 0,028-0,016	0,02-0,01	
		0,12-0,08	-	-	0,03-0,02	-	-	-	-	-	
110	Отрезные	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
150-200		-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Примечание: при фрезеровании чугуна, медных и алюминиевых сплавов подачи могут быть увеличены на 30 – 40%.

Таблица 7 – Подачи при чистовом фрезеровании плоскостей и уступов торцовыми, дисковыми и цилиндрическими фрезами, мм/об

Параметр шероховатости поверхности Ra, мкм	Торцовые и дисковые фрезы со вставными ножками		Цилиндрические фрезы из быстрорежущей стали при диаметре фрезы, мм, в зависимости от обрабатываемого материала					
			конструкционная углеродистая и легированная сталь			чугун, медные и алюминиевые сплавы		
	из твердого сплава	из быстрорежущей стали						
			40-75	90-130	150-200	40-75	90-130	150-200
6,3	-	1,2-2,7	-	-	-	-	-	-
3,2	0,5-1,0	0,5-1,2	1,0-2,7	1,7-3,8	2,3-5,0	1,0-2,3	1,4-3,0	1,9-3,7
1,6	0,4-0,6	0,23-0,5	0,6-1,5	1,0-2,1	1,3-2,8	0,6-1,3	0,8-1,7	1,1-2,1
0,8	0,2-0,3	-	-	-	-	-	-	-
0,4	0,15	-	-	-	-	-	-	-

Скорость резания - окружная скорость фрезы, м/мин,

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s^y B^u z^p} K_v, \quad (6)$$

где значение коэффициента C_v и показателей степени приведены в таблице 8, а периода стойкости T – в таблице 9.

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

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv}, \quad (7)$$

где K_{mv} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала (таблицы 10-12), K_{nv} - коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки (таблица 13), K_{uv} - коэффициент, учитывающий материал инструмента (таблица 14).

Таблица 8 – Значения коэффициента C_v и показателей степени в формуле скорости резания при фрезеровании.

Фрезы	Материал режущей части	Операция	Параметры срезаемого слоя			Коэффициент и показатели степени в формуле скорости резания						
			B	t	SZ	C _v	q	x	y	u	p	m
Обработка конструкционной и углеродистой стали δB= 750 МПа												
Торцовые	T15K6	Фрезеровани е плоскостей	-	-	-	332	0,2	0,1	0,4	0,2	0	0,2
	P6M5		-	-	≤0,1 >0,1	64,7 41	0,25	0,1.	0,2 0,4	0,15	0	0,2
Цилинд- рические	T15K6		≤35 >35	≤2 >2	-	390 443 616 700	0,17 0,17	0,19 0,38 0,19 0,38	0,28 0,28	- 0,05 0,08	0,1 0,1	033 0,33
			P6M5	-	-	≤0,1 >0,1	55 35,4	0,45	0,3	0,2 0,4	0,1	0,1

Продолжение таблицы 8

Дисковые цельные	P6M5		-	-	-	68,5	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1 0,1	0,2 0,33
Концевые цельные	P6M5		-	-	-	46,7	0,45	0,5	0,5	0,11		
Прорезные и отрезные	P6M5	Прорезание пазов и отрезание	-	-	-	53	0,25	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
Обработка серого чугуна, 190 HB												
Торцовые	BK6	Фрезерование плоскостей	-	-	-	445	0,2	0,15	0,35	0,2	0	0,32
	P6M5		-	-	-	42	0,2	0,1	0,4	0,1	0,1	0,15
Цилиндрические	BK6	Фрезерование плоскостей, уступов и пазов	-	$< 2,5$ $\geq 2,5$	$\leq 0,2$ $> 0,2$	923 588	0,37 0,37	0,13 0,40	0,19 0,47	0,23 0,23	0,14 0,14	0,42 0,42
					$\leq 0,2$ $> 0,2$	1180 750			0,19 0,47			
	P6M5		-		$\leq 0,15$ $> 0,15$	57,6 27	0,7	0,5	0,2 0,6	0,3	0,3	0,25
Дисковые со вставными ножами	P6M5	Фрезерование плоскостей, уступов и пазов	-	-	-	85	0,2	0,5	0,4	0,1	0,1	0,15
Дисковые цельные	P6M5		-	-	-	72	0,2	0,5	0,4	0,1	0,1	0,15

Обработка ковкого чугуна, 150 HB												
Торцевые	BK6	Фрезерование плоскостей	-	-	$\leq 0,18$ $> 0,18$	994 695	0,22	0,17	0,1 0,32	0,22	0	0,33
	P6M5		-	-	$\leq 0,1$ $> 0,1$	90,05 57,4	0,25	0,1	0,2 0,4	0,15	0,1	0,2
Цилиндрические	P6M5		-	-	$\leq 0,1$ $> 0,1$	77 49,5	0,45	0,3	0,2 0,4	0,1	0,1	0,33
Дисковые со вставными ножами	P6M5	Фрезерование плоскостей, уступов и пазов	-	-	$\leq 0,1$ $> 0,1$	105,8 68	0,25	0,3	0,2 0,4	0,1	0,1	0,2
Дисковые	P6M5		-	-	-	95,8	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2
Концевые	P6M5	Фрезерование плоскостей и уступов	-	-	-	68,5	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
Прорезные и отрезные	P6M5	Прорезание пазов и отрезание	-	-	-	74	0,25	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
Обработка гетерогенных медных сплавов средней твердости, 100 ... 140 HB												
Торцевые	P6M5	Фрезерование плоскостей	-	-	0,1 0,1	136 86,2	0,25	0,1	0,2 0,4	0,15	0,1	0,2
Цилиндрические	P6M5		-	-	0,1 0,1	115,5 74,3	0,45	0,3	0,2 0,4	0,1	0,1	0,33
Дисковые	P6M5	Фрезерование плоскостей, уступов и пазов	-	-	-	114	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2

Продолжение таблицы 8

Концевые	P6M5	Фрезерование плоскостей и уступов	-	-	-	103	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
Прорезные и отрезные	P6M5	Прорезание пазов и отрезание	-	-	-	111,3	0,25	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
Обработка силумина и литейных алюминиевых сплавов, $\sigma_B = 100 \dots 200$ МПа, HB ≤ 65 и дюралюминия, $\sigma_B = 300 \dots 400$ МПа, HB ≤ 100												
Торцевые	P6M5	Фрезерование плоскостей	-	-	$\leq 0,1$ $> 0,1$	245 155	0,25	0,1	0,2 0,4	0,15	0,1	0,2
Цилиндрические	P6M5		-	-	$\leq 0,1$ $> 0,1$	208 133,5	0,45	0,3	0,2 0,4	0,1	0,1	0,33
Дисковые	P6M5	Фрезерование плоскостей и уступов и пазов	-	-	-	259	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2
Концевые	P6M5	Фрезерование плоскостей и уступов	-	-	-	185,5	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
Прорезные и отрезные	P6M5	Прорезание пазов и отрезание	-	-	-	200	0,25	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2

Таблица 9 – Средние значения стойкости Т фрез

Фрезы	Стойкость <i>T</i> , мин при диаметре фрезы, мм											
	20	25	40	60	75	90	110	150	200	250	300	400
Торцовые	-		120	180					240		300	400
Цилиндрические С крупн. зубом	-				180				240		-	
Цилиндрические цельные с мел- ким зубом	-		120		180		-					
Дисковые	-					120		150	180	240	-	
Концевые	80	90	120	180	-							
Прорезные и отрезные	-				60	75	120		150	-		
Фасонные и угловые	-		120			180		-				

Таблица 10 – Поправочный коэффициент K_{mv} , учитывающий качество обрабатываемого материала.

Обрабатываемый материал	Расчетная формула
Сталь	$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B \sigma_s} \right)^{n_v}$
Серый чугун	$K_{mv} = K_r \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v}$
Ковкий чугун	$K_{mv} = K_r \left(\frac{150}{HB} \right)^{n_v}$

Таблица 11 – Коэффициент K_r , характеризующий группу стали по обрабатываемости и показатель степени n_v

Обрабатываемый материал	Коеф. для инструмента		Показатели степени n_v , при обработке					
			резцами		сверлами, зенкерами, развертками		фрезами	
	из быстрореж. стали	из твердого сплава	из быстрореж. стали	из твердого сплава	из быстрореж. стали	из твердого сплава	из быстрореж. стали	из твердого сплава
Сталь углеродист. ($C \leq 0,6 \%$) σ_{mv} , МПа: < 450 450...550 > 550	1,0	1,0	-1,0	1,0	-0,9	1,0	-0,9	1,0
	1,0	1,0	1,75		-0,9		-0,9	
	1,0	1,0	1,75		0,9		0,9	
повышенной и высокой обра- батываемости резанием хро-	1,2	1,1	1,75		1,05		—	

мистая							1,45	
углеродистая (C > 0,6 %)	0,85	0,95	1,75				1,35	
хромоникелевая, хромомолибдено- ванадиевая	0,8	0,9	1,5					
хромомарганцовистая, хромокрем- нистая, хромокремне- марганцови- стая, хромоникель- молибденовая, хромомолибдено- алюминиевая	0,7	0,8	1,25					
Чугун: серый	–	–	1,7	1,25	1,3	1,3	0,95	1,25
ковкий	–	–	1,7	1,25	1,3	1,3	0,85	1,25

Таблица 12 – Поправочный коэффициент K_{mv} для медных и алюминиевых сплавов

Медные сплавы	K_{mv}	Алюминиевые сплавы	K_{mv}
Гетерогенные HB > 140 100...140 HB	0,7 1,0	Силумин и литейные сплавы (закаленные), $\sigma_B = 200...300$ МПа, HB > 60	0,8
Свинцовистые при основной гетерогенной структуре	1,7	Дюралюминий (закаленный), $\sigma_B = 400...500$ МПа, HB > 100	
Гомогенные	2,0	Силумин и литейные сплавы, $\sigma_B = 100...200$ МПа, HB ≤ 65	1,0
Сплавы с содержанием свинца < 10% при основной гомогенной структуре	4,0	Дюралюминий, $\sigma_B = 300...400$ МПа, HB ≤ 100	
Медь	8	Дюралюминий, $\sigma_B = 200...300$ МПа	1,2
Сплавы с содержанием свинца > 15%	12,0		

Таблица 13 – Поправочный коэффициент K_{nv} , учитывающий влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания

Состояние поверхности заготовки					
без корки	с коркой				
	прокат	поковка	стальные и чугунные отливки при корке		медные и алюминиевые сплавы
			нормальной	загрязненной	
1,0	0,9	0,8	0,8 – 0,85	0,5 – 0,6	0,9

Таблица 14 – Поправочный коэффициент K_{uv} , учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания

Обрабатываемый материал	Зависимость коэффициента K_{uv} в зависимости от инструментального материала						
Сталь конструкционная	T5K12B	T5K10	T14K8	T15K6	T15K6	T30K4	BK8
	0,35	0,65	0,8	1,00	1,15	1,4	0,4
Коррозионно-стойкие и жаропрочные стали	BK8	T5K10	T15K6	P18	–		
	1,0	1,4	1,9	0,3			
Серый и ковкий чугун	BK8	BK6	BK4	BK3	BK2	–	
	0,83	1,0	1,1	1,15	1,25		
Сталь, чугун, медные и	P6M5	BK4	BK6	9XC	XBG	Y12A	

алюминиевые сплавы	1,0	2,5	2,7	0,6	0,6	0,5	
--------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--

С помощью скорости резания V и известного диаметра d инструмента вычисляется частота вращения:

$$n = \frac{V * 1000}{d\pi} \quad (9)$$

Частота вращения шпинделя рассчитывается для каждого инструмента. Стоит понимать, что шпиндель не рекомендуется использовать на максимальных оборотах. Это ощутимо повышает износ инструмента и оборудования. Поэтому полученный по формуле результат стоит уменьшить на 10-15%.

Назначение режимов обработки может быть выполнено по специальной справочной литературе, отражающей специфику обработки на станках с УЧПУ, содержащей формулы и таблицы. Режимы обработки назначаются на каждый переход.

Выбор режимов резания инструмента может быть подобран из каталога производителя оборудования.

2.2.2.5 Расчет опорных точек траектории детали

В данном подразделе осуществляется расчет и определяются координаты опорных точек контура детали.

Опорные точки – точки, в которых происходит изменение закона, описывающего контур детали и, следовательно, траекторию инструмента. Наиболее часто такими точками являются точки, лежащие на пересечении прямых и окружностей.

В курсовом проекте приводится вычерченный в масштабе контур детали, с указанием нулевой точки и осей координат и отмеченными на контуре опорными точками. Приводится расчет координат опорных точек. В общем случае на данном этапе находят уравнения, описывающие геометрические элементы контура детали, и совместно решают эти уравнения для соседних геометрических элементов. Тем самым находят координаты опорных точек, расположенных на пересечении геометрических элементов контура детали. Иногда для расчета координат точек на контуре более удобным является использование специальных формул, получаемых через размеры геометрических элементов и координаты характерных точек этих элементов.

Все расчетные данные сводятся в таблицу.

2.2.3 Создание управляющей программы с использованием САМ-системы

2.2.3.1 Создание 3D-модели детали

В зависимости от используемой при проектировании САМ-системы задание элементов детали происходит по-разному: моделирование элементов детали или детали в целом в САМ-системе, моделирование детали в САД-системе и т.п.

Обучающиеся могут использовать любой способ моделирования на свое усмотрение.

В данном подразделе описывается последовательность действий и приводятся снимки экрана на этапах создания 3D-модели. Если 3D-модель создавалась в САД-системе, то также описывается последовательность действий и приводятся снимки экрана, связанные с загрузкой детали в САМ-систему.

2.2.3.2 Создание заготовки в САМ-системе

На данном этапе производится задание параметров заготовки в САМ-системе. Параметры заготовки должны соответствовать полученным на этапе технологической подготовки.

В зависимости от используемой САМ-системы могут использоваться различные способы задания заготовки: задание общего припуска, создание геометрии заготовки, создание модели заготовки (в САД или САМ-системах) и т.п.

В курсовом проекте описывается последовательность действий и приводятся снимки экрана на этапах создания заготовки.

2.2.3.3 Создание переходов, задание режущего инструмента и режимов обработки для черновой обработки детали.

В данном подразделе производится создание операций черновой обработки. Выбирается тип обработки, указывается инструмент и его параметры, задаются режимы резания.

Операции черновой обработки, инструмент и режимы резания должны соответствовать полученным на этапе технологической подготовки.

В курсовом проекте описывается последовательность действий и приводятся снимки экрана на этапах создания черновой обработки детали.

2.2.3.4 Создание переходов, задание режущего инструмента и режимов обработки для чистовой обработки детали.

В данном подразделе производится создание операций чистовой обработки. Выбирается тип обработки, указывается инструмент и его параметры, задаются режимы резания.

Операции чистовой обработки, инструмент и режимы резания должны соответствовать полученным на этапе технологической подготовки.

В курсовом проекте описывается последовательность действий и приводятся снимки экрана на этапах создания чистовой обработки детали.

2.2.3.5 Разработка управляющей программы.

Чтобы получить управляющую программу траектория инструмента должна быть обработана постпроцессором. Выбор постпроцессора осуществляется в зависимости от выбранного оборудования.

Перед выгрузкой управляющей программы необходимо смоделировать процесс обработки и убедиться, что обработка выполняется правильно без ошибок. Если в процессе моделирования выявились ошибки, то необходимо их предварительно устранить.

Последовательность действий и снимки экрана приводятся в курсовом проекте.

Управляющая программа выводится в текстовый файл и приводится в приложении к курсовому проекту.

2.2.4 Заключение

Заключение должно содержать краткие выводы по результатам выполнения курсового проекта, оценку полноты решения задачи, рекомендации по использованию результатов курсового проекта.

В конце каждого раздела курсового проекта должен быть сделан вывод по выполнению раздела. Вывод должен начинаться со слов «таким образом», «в результате» и т.п.

Выводы по каждому разделу формируются в заключение.

2.2.5 Список использованных источников и литературы

Приводится список использованных источников и литературы, использованный при выполнении курсового проекта. В курсовом проекте должно быть использовано не менее 10 источников не старше 5 лет. Правила оформления списка использованных источников и литературы приведены в методических указаниях по оформлению курсового проекта.

2.2.6 Приложения

Приложения оформляются, располагая их в порядке появления на них ссылок в тексте. Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху по центру слова «Приложение» и его обозначения. Приложения должно иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц. В приложение выносятся вся разработанная документация. Правила оформления приложений приведены в методических указаниях по оформлению курсового проекта.

2.3 Рекомендуемая литература

Основная литература:

1. ГОСТ 3.1702-79 «Правила записи операций и переходов»
2. ГОСТ 3.1129-93 «Общие правила записи технологической информации в технологических документах на технологические процессы и операции»
3. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Под ред. А.Г. Косиловой,
4. Солоненко, В. Г. Резание металлов и режущие инструменты : учебное пособие / В.Г. Солоненко, А.А. Рыжкин. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 415 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-015247-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1113506>
5. Технологическая оснастка : учебное пособие / С.А. Берберов, М.А. Тамаркин, Г.А. Прокопец, В.А. Лебедев. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 271 с. — (Среднее профессиональное образование). — DOI 10.12737/1037188. - ISBN 978-5-16-015485-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1037188>
6. Шрубченко, И. В. Разработка технологических процессов в машиностроении : учебное пособие / И.В. Шрубченко, А.А. Погонин, А.А. Афанасьев. — 2-е изд., доп. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 176 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1816759. - ISBN 978-5-16-017159-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1816759>

Дополнительные источники:

1. Борисенко, Г. А. Технология конструкционных материалов. Обработка резанием : учебное пособие / Г.А. Борисенко, Г.Н. Иванов, Р.Р. Сейфулин. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 142 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-015221-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1020282>
2. Грубый, С. В. Расчет параметров и показателей процесса резания : учебное пособие / С. В. Грубый. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 192 с. - ISBN 978-5-9729-0463-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168539>
3. Дулькевич, А. О. Токарная и фрезерная обработка. Программирование систем ЧПУ НААС в примерах: Учебное пособие / Дулькевич А.О. - Минск :РИПО, 2018. - 70 с.: ISBN 978-985-503-547-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/949463>
4. Иванов, И. С. Технология машиностроения : учебное пособие / И.С. Иванов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 240 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-015604-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1043105>
5. Погонин, А. А. Технология машиностроения : учебник / А.А. Погонин, А.А. Афанасьев, И.В. Шрубченко. — 3-е изд., доп. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 530 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-014617-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1850693>.
6. Ямников, А. С. Расчет припусков и проектирование заготовок : учебник для вузов / А. С. Ямников, Е. Ю. Кузнецов, М. Н. Бобков ; под ред. А. С. Ямникова. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 328 с. - ISBN 978-5-9729-0424-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168541>

2.4 Правила оформления курсового проекта

Курсовой проект оформляется строго в соответствии с ГОСТ 7.32-2017, ГОСТ 2.105-2019, ГОСТ 7.1-2003, ГОСТ 7.82-2001, ГОСТ Р 7.0.100-2018, а также методическими указаниями по оформлению курсовых проектов и работ.

а) Общие требования к курсовому проекту

– Курсовой проект должен представляться в папке-сборщике формата А4. Общий объем – не менее 20-25 машинописных страниц, без учета приложений.

- Титульный лист (приложение Г)

- Задание к курсовому проекту (приложение Б)

- Содержание курсового проекта (приложение Д)

– Введение – 2-3 машинописных страниц.

– 1 глава – не менее 5 машинописных страниц.

– 2 глава – не менее 10 машинописных страниц.

– 3 глава – не менее 10 машинописных страниц

– Заключение – до 2 машинописных страниц.

– Список использованных источников и литературы.

– Приложения (не ограничиваются).

К курсовому проекту прилагается (вшивается к работе в отдельном файле) – задание на проектирование и отзыв руководителя (приложение Е).

б) Приложение

Приложения начинаются с новой страницы с надписью в верхней части посередине страницы слова «ПРИЛОЖЕНИЯ».

В «Приложения» рекомендуется включать:

– техническую документацию на оборудование;

– иллюстрационный материал, таблицы или текст вспомогательного характера;

– а также весь разработанный материал.

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием с «Приложение» и его обозначения.

Приложение должно иметь заголовок с прописной буквы отдельной строкой. Если в документе есть приложения, то на них дают ссылку в основном тексте документа.

3 ЗАЩИТА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

3.1 Структура документов, представляемых для защиты курсового проекта

а) Руководитель составляет письменный отзыв о курсовом проекте (приложение Е), в котором отражает:

- соответствие проекта заданию
- актуальность темы и степень достижения целей;
- наличие в работе элементов научной, методологической и практической новизны;
- наличие и значимость практических предложений и рекомендаций, сформулированных в проекте;
- правильность оформления, включая оценку структуры, стиля, языка изложения, а также использования табличных и графических средств представления информации;
- обладание автором работы профессиональными способностями, знаниями, умениями и навыками, указанными в ФГОС СПО по специальности;
- степень соответствия курсового проекта требованиям ФГОС СПО по специальности;
- умение работать с различными источниками;
- оформление работы в соответствии с действующими стандартами;
- оценку степени самостоятельности обучающегося при выполнении курсового проекта;
- недостатки курсового проекта;
- рекомендации курсового проекта.

Завершается отзыв выражением мнения о возможности выставления автору соответствующей оценки.

б) Доклад обучающегося.

Обучающийся должен не только качественно выполнить курсовой проект, но и уметь ее защитить. Успешная защита основана на хорошо подготовленном докладе. Доклад должен быть кратким, содержательным, точным, формулировки – обоснованными и лаконичными.

В докладе следует отразить:

- формулировку темы;
- актуальность темы курсового проекта;
- постановку цели и задач исследования;
- что является объектом и предметом защиты
- чем руководствовался обучающийся при исследовании темы
- какие методы, модели были использованы и почему;
- что разработано лично обучающимся;
- практическую значимость;
- какие новые результаты достигнуты;
- каковы основные рекомендации и выводы по каждому разделу курсового проекта.

Содержание выводов должно четко отражать достижение поставленных целей. Доклад может быть подготовлен письменно.

На защите не следует зачитывать текст доклада. Доклад должен быть построен в той последовательности, которая соответствует логике демонстрационного материала. Для доклада отводится 3-5 мин.

в) Оформление демонстрационного материала к защите курсового проекта

Кроме курсового проекта, обучающийся выполняет демонстрационную часть работы. Демонстрационный материал включает презентацию в формате Power Point (не более 15 слайдов). Размещение материала производится в альбомной ориентации листа бумаги. Таблицы, графики, схемы, рисунки, приводимые в качестве демонстрационного материала к

курсовому проекту, должны иметь сквозную нумерацию в пределах всего демонстрационного материала. На каждый вид материала в докладе должна быть сделана ссылка, например, «... как следует из таблицы 1», «... на рисунке 2 отражено ...» и т.д.

На 1 слайде необходимо отразить формулировку темы, т.е. наименование темы курсового проекта (полностью), ФИО обучающегося (полностью), специальность обучающегося, ФИО руководителя курсового проекта (полностью, с указанием занимаемой должности), на 2 слайде – актуальность темы курсового проекта; цели (задачи), поставленные в работе; объект и предмет защиты курсового проекта; на 3 слайде – чертеж детали; на 4 слайде – тип и параметры заготовки; на 5-6 слайде – технологический процесс; на 7-8 слайде – представлено выбранное в ходе выполнения курсового проекта оборудование, технологическая оснастка и инструменты; на 9 слайде – параметры резания; на 10 слайде – 3D-модель детали; на 11-13 слайде – этапы создания управляющей программы в САМ-системе (задание заготовки, создание операций черновой и чистовой обработки, назначение инструмента и режимов обработки); на 14 слайде – видео демонстрации работы постпроцессора в САМ-системе; 15 слайд – повторяется 1 слайд.

Все слайды должны иметь единое фоновое и текстовое оформление.

Представленная в демонстрационном материале информация должна легко читаться и быть наглядной.

3.2 Порядок защиты курсового проекта

Доклад должен быть построен в той последовательности, которая соответствует логике демонстрационного материала. Для доклада отводится 3-5 мин

После завершения доклада преподаватель имеет право задавать вопросы по теме курсового проекта. Ответы на них должны быть по существу. Этот этап представляет собой дискуссию и является решающим для оценки процесса защиты, так как он выявляет уровень приобретенных компетенций, способность обучающегося вести диалог, анализировать поставленные вопросы и отвечать на них. По окончании защиты принимается решение об оценке защиты курсового проекта обучающихся.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Примерная тематика курсовых проектов

1. Разработка управляющей программы для обработки детали «Стопор» (вариант ...)
2. Разработка управляющей программы для обработки детали «Вал ведущий» (вариант ...)
3. Разработка управляющей программы для обработки детали «Фрикцион» (вариант ...)
4. Разработка управляющей программы для обработки детали «Втулка опорная» (вариант ...)
5. Разработка управляющей программы для обработки детали «Плита кондукторная» (вариант ...)
6. Разработка управляющей программы для обработки детали «Колесо зубчатое» (вариант ...)
7. Разработка управляющей программы для обработки детали «Втулка» (вариант ...)
8. Разработка управляющей программы для обработки детали «Вилка шарнирная» (вариант ...)
9. Разработка управляющей программы для обработки детали «Крышка подшипника» (вариант ...)
10. Разработка управляющей программы для обработки детали «Втулка» (вариант ...)
11. Разработка управляющей программы для обработки детали «Переходник» (вариант ...)
12. Разработка управляющей программы для обработки детали «Стакан» (вариант ...)
13. Разработка управляющей программы для обработки детали «Вилка» (вариант ...)
14. Разработка управляющей программы для обработки детали «Муфта» (вариант ...)
15. Разработка управляющей программы для обработки детали «Фланец» (вариант ...)
16. Разработка управляющей программы для обработки детали «Крышка» (вариант ...)
17. Разработка управляющей программы для обработки детали «Ползун» (вариант ...)
18. Разработка управляющей программы для обработки детали «Винт-ось» (вариант ...)
19. Разработка управляющей программы для обработки детали «Поршень» (вариант ...)
20. Разработка управляющей программы для обработки детали «Заглушка» (вариант ...)
21. Разработка управляющей программы для обработки детали «Кольцо» (вариант ...)
22. Разработка управляющей программы для обработки детали «Штуцер» (вариант ...)
23. Разработка управляющей программы для обработки детали «Вал» (вариант ...)
24. Разработка управляющей программы для обработки детали «Вал ротора» (вариант ...)
25. Разработка управляющей программы для обработки детали «Люнет» (вариант ...)
26. Разработка управляющей программы для обработки детали «Корпус» (вариант ...)
27. Разработка управляющей программы для обработки детали «Насадка» (вариант ...)

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Форма задания на курсовой проект

Министерство образования и науки Республики Татарстан
Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение
«Технический колледж им.В.Д. Поташова»

Согласовано
Председатель ПЦК «Машиностроение»
ФИО _____

«__» _____ 202__г.

Утверждаю
Зам.директора по УР
ФИО _____

«__» _____ 202__г.

ЗАДАНИЕ
на разработку курсового проекта
по МДК 01.02 Программирование систем с числовым программным управлением

Обучающемуся _____ курс I I I группа РП 9-Х
Специальность: 15.02.11 «Техническая эксплуатация и обслуживание роботизированного производства»

Шифр ПК 15.02.11. XXXX.9-Х.01.02.ХХ ПЗ

Тема проекта: Разработка управляющей программы для обработки детали «...» (вариант ...)

При выполнении курсового проектирования на указанную тему должно быть представлено:

I. Пояснительная записка

Титульный лист

Задание на курсовой проект

Содержание

Введение

1. Анализ чертежа детали
2. Технологическая подготовка управляющей программы
 - 2.1. Выбор и определение размеров заготовки
 - 2.2. Разработка технологического процесса обработки детали
 - 2.3. Выбор инструмента и назначение режимов обработки
 - 2.4. Расчет опорных точек траектории детали
3. Создание управляющей программы с использованием САМ-системы
 - 3.1. Создание 3D-модели детали
 - 3.2. Создание заготовки в САМ-системе
 - 3.3. Создание переходов, задание режущего инструмента и режимов обработки для черновой обработки детали
 - 3.4. Создание переходов, задание режущего инструмента и режимов обработки для чистовой обработки детали
 - 3.5. Разработка управляющей программы

Заключение

Список использованных источников и литературы

Приложения

II. Графическая часть

Лист 1. Рабочий чертеж детали

Руководитель проекта _____ / ФИО /

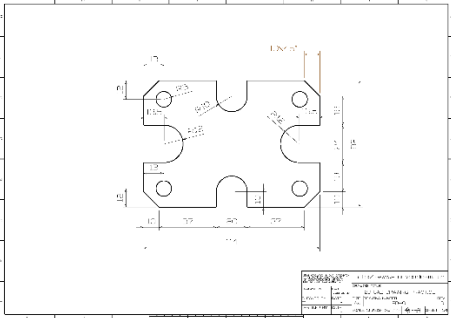
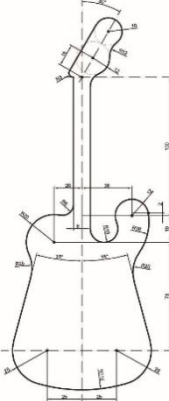
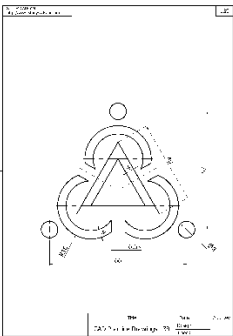
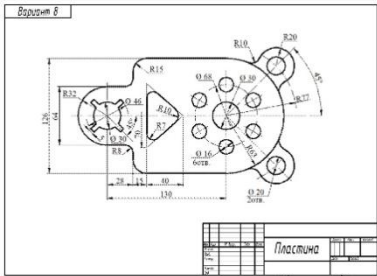
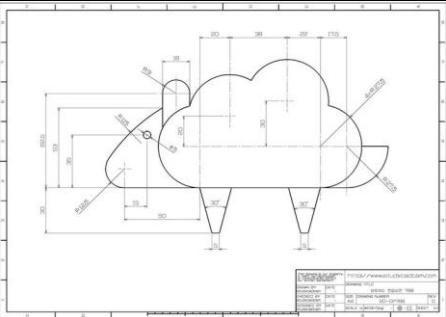
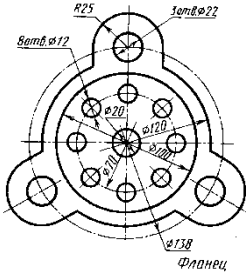
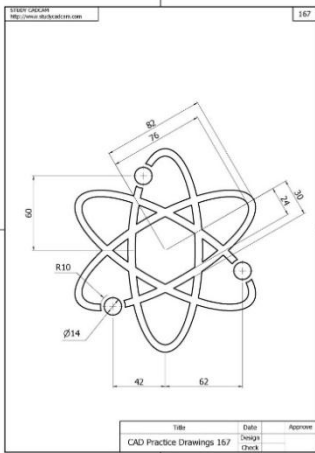
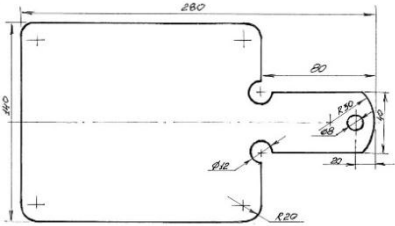
Дата выдачи задания «__» _____ 202__ г.

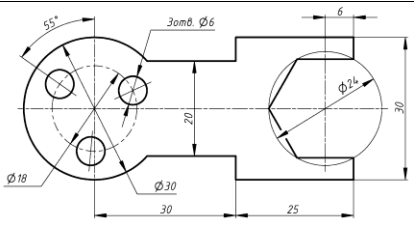
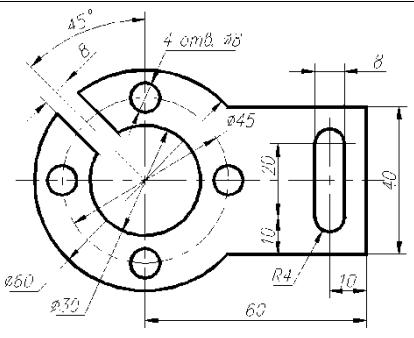
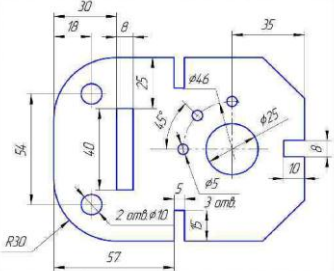
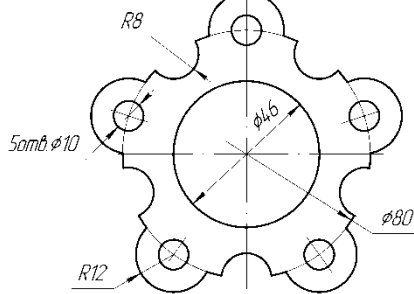
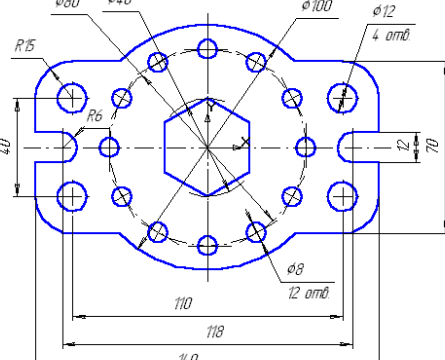
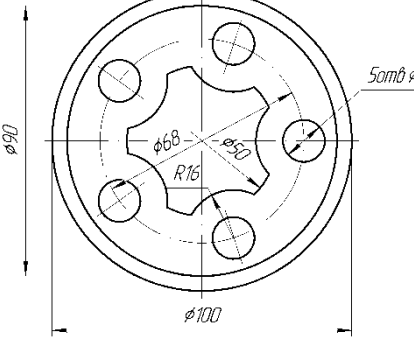
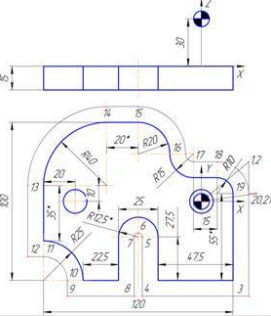
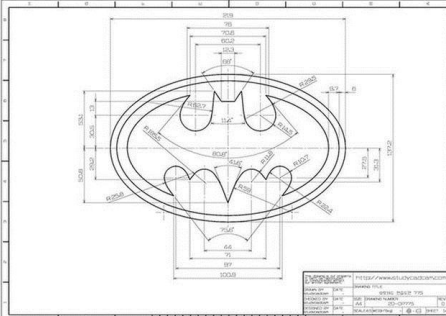
Срок сдачи проекта «__» _____ 202__ г.

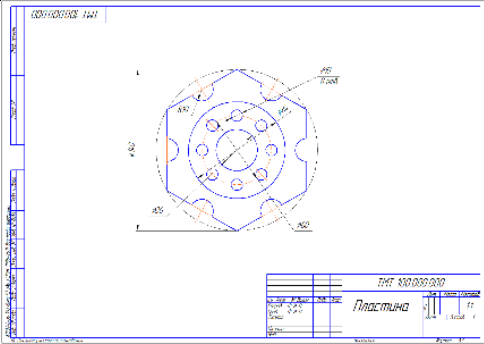
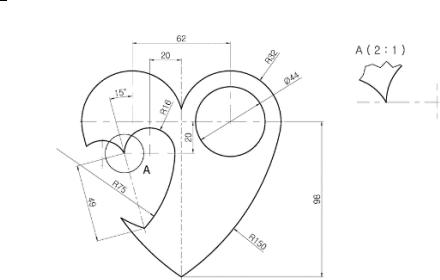
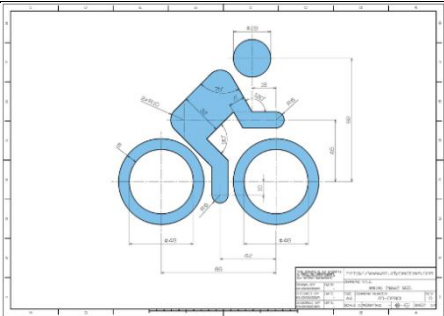
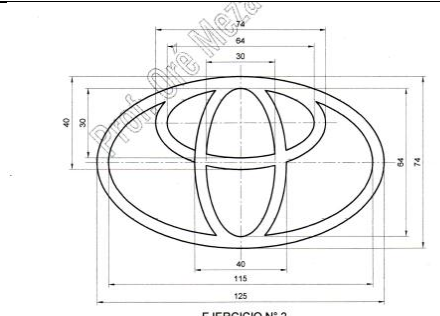
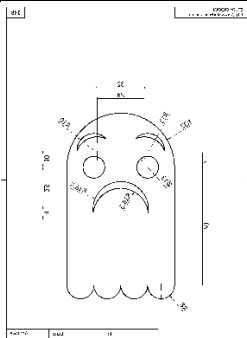
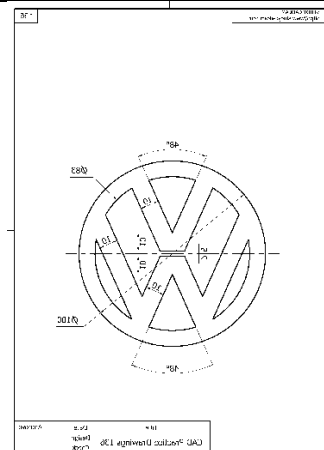
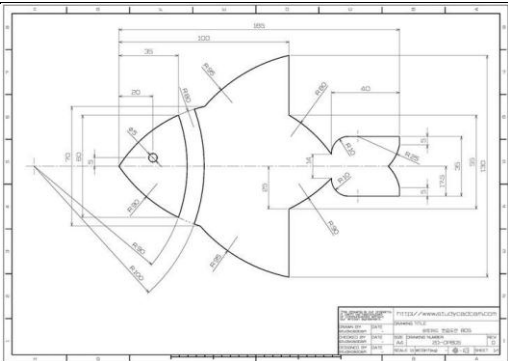
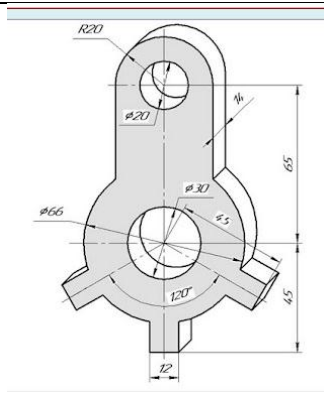
Задание принял к исполнению _____ / ФИО /

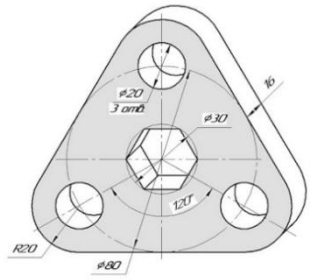
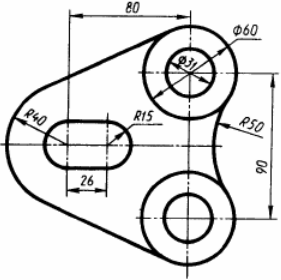
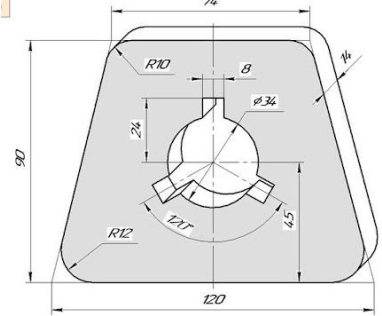
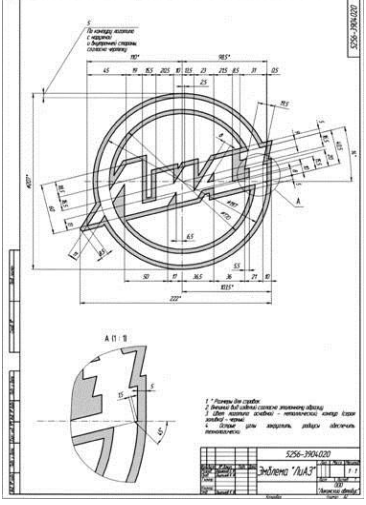
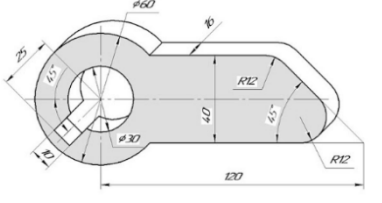
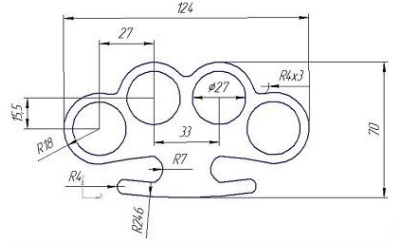
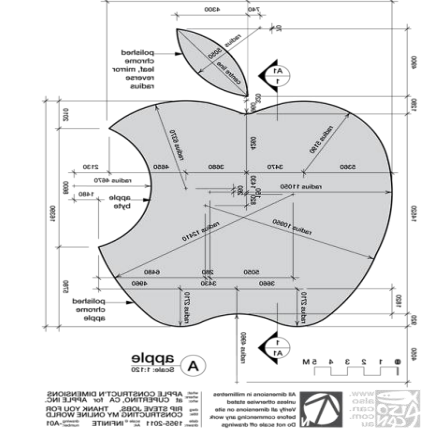
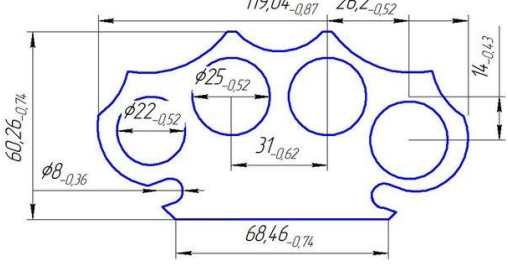
Варианты заданий на курсовой проект

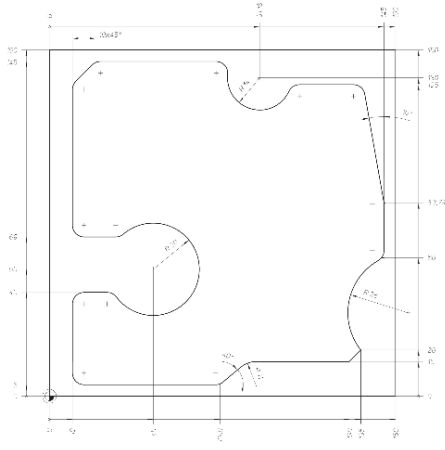
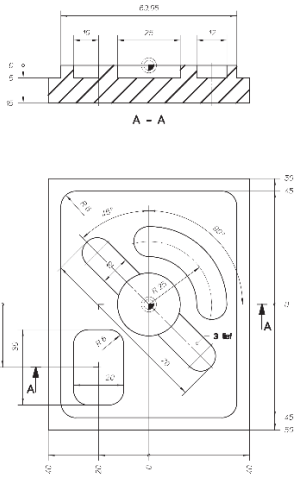
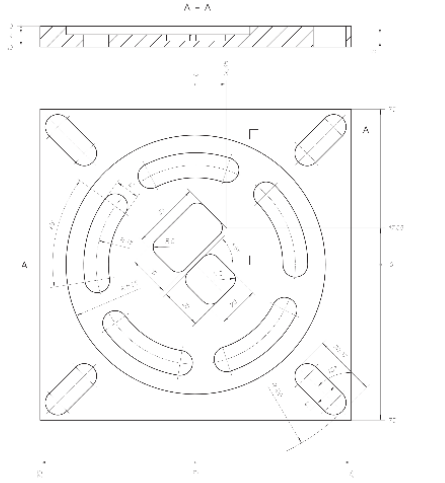
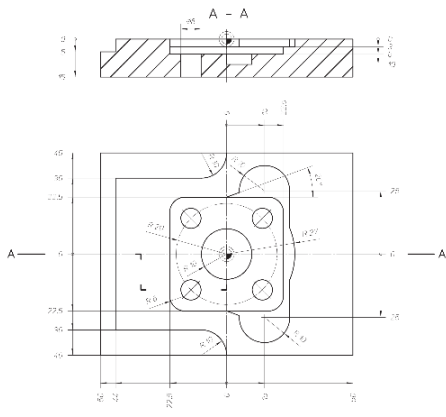
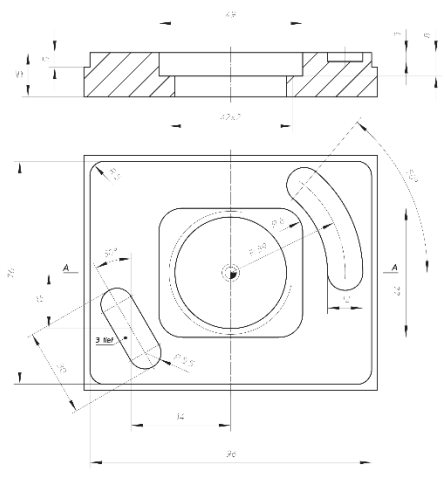
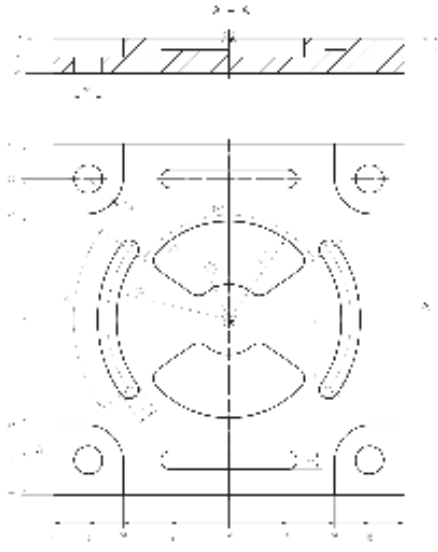
[illegible]

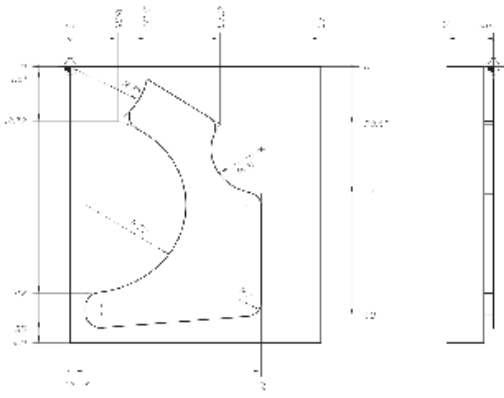
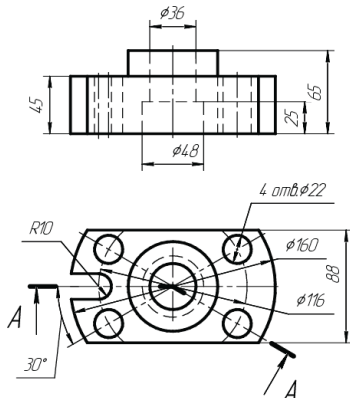
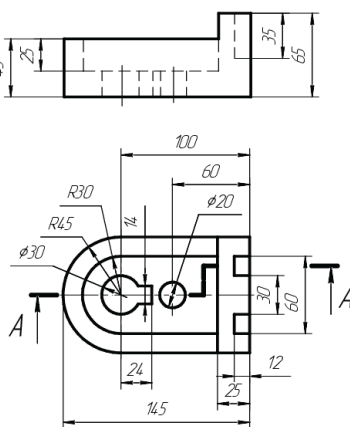
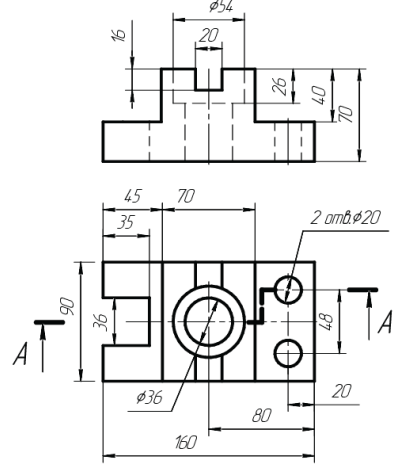
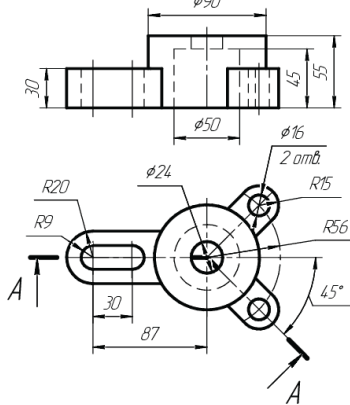
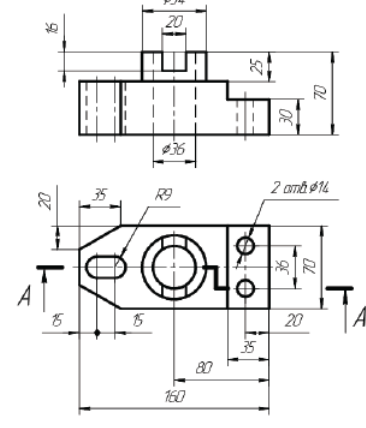
Вариант	Деталь	Вариант	Деталь
9	 <p>основание</p>	13	 <p>прокладка</p>
10	 <p>сухарь</p>	14	 <p>пластина</p>
11	 <p>пластина</p>	15	 <p>фланец</p>
12	 <p>ЛОГОТИП</p>	16	 <p>накладка</p>

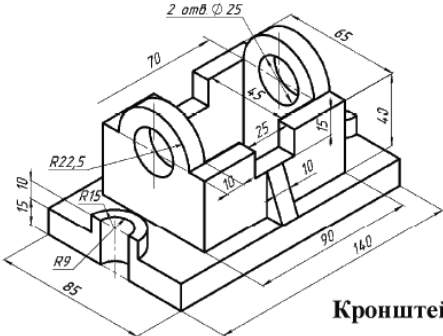
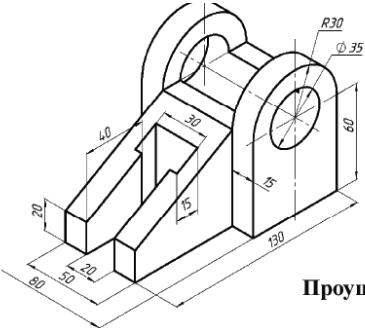
Ва- ри- ант	Деталь	Ва- ри- ант	Деталь
17	 <p>вилка</p>	21	 <p>проушина</p>
18	 <p>плита</p>	22	 <p>Прокладка</p>
19	 <p>основание</p>	23	 <p>Гильза</p>
20	 <p>плата</p>	24	 <p>планка</p>

Вариант	Деталь	Вариант	Деталь
25		29	
26		30	
27		31	
28		32	

Вариант	Деталь	Вариант	Деталь
33	 <p>колодка</p>	37	 <p>опора</p>
34	 <p>основание</p>	38	 <p>ЛОГОТИП</p>
35	 <p>кулачок</p>	39	 <p>планка</p>
36	 <p>ЛОГОТИП</p>	40	 <p>ПОЛОЗ</p>

Ва- ри- ант	Деталь	Ва- ри- ант	Деталь
41	 <p>плита</p>	44	 <p>крышка</p>
42	 <p>основание</p>	45	 <p>основание</p>
43	 <p>плита</p>	46	 <p>ложемент</p>

Ва- ри- ант	Деталь	Ва- ри- ант	Деталь
47	 <p>пластина</p>	50	 <p>опора</p>
48	 <p>стопор</p>	51	 <p>стойка</p>
49	 <p>кронштейн</p>	52	 <p>Основание</p>

Вариант	Деталь	Вариант	Деталь
56	 <p style="text-align: center;">Кронштейн</p>	60	 <p style="text-align: center;">Прошина</p>

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
Форма титульного листа курсового проекта

Министерство образования и науки Республики Татарстан
Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение
«Технический колледж им. В.Д. Поташова»

15.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание роботизированного производства

МДК.01.02 «Программирование систем с числовым программным управлением»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

На тему: «Разработка управляющей программы для обработки детали «....» (вариант)»

Шифр _____

Проектировал обучающийся III курса,
Группы РП 9-Х

_____ И.О.Фамилия
подпись

Руководитель проекта
Преподаватель ГАПОУ «Технический
колледж имени В.Д. Поташова»

_____ И.О.Фамилия
подпись

К защите
«__» _____ 20__ г.

Подпись

Защита принята с оценкой

«__» _____ 20__ г.

Подпись

Набережные Челны, 202__ год

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
Пример содержания курсового проекта

Пояснительная записка:

ВВЕДЕНИЕ

1. Анализ чертежа детали
2. Технологическая подготовка управляющей программы
 - 2.1. Выбор и определение размеров заготовки
 - 2.2. Разработка технологического процесса обработки детали
 - 2.3. Выбор инструмента и назначение режимов обработки
 - 2.4. Расчет опорных точек траектории детали
3. Создание управляющей программы с использованием САМ-системы
 - 3.1. Создание 3D-модели детали
 - 3.2. Создание заготовки в САМ-системе
 - 3.3. Создание переходов, задание режущего инструмента и режимов обработки для черновой обработки детали
 - 3.4. Создание переходов, задание режущего инструмента и режимов обработки для чистовой обработки детали
 - 3.5. Разработка управляющей программы

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

ПРИЛОЖЕНИЯ

Графическая часть:

1. Рабочий чертеж детали

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
Форма отзыва руководителя на курсовой проект

ОТЗЫВ
на курсовой проект

по МДК 01.02 Программирование систем с числовым программным управлением

На тему _____

Обучающегося _____
группы _____ специальности 15.02.11 «Техническая эксплуатация и обслуживание роботизированных производств»

1. Степень соответствия работы теме задания _____

2. Краткая характеристика структуры и содержания пояснительной записки

3. Степень освоения основного вида профессиональной деятельности и соответствующих компетенций _____

4. Уровень самостоятельности _____

5. Выявленные недостатки _____

6. Практическая значимость _____

7. Оценка курсового проекта

Руководитель проекта:

преподаватель дисциплин профессионального цикла,
ГАПОУ «Технический колледж им. В.Д. Поташова»

_____ И.О. Фамилия

С отзывом ознакомлен:

_____ И.О. Фамилия