

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет
им. Г.И. Носова»

Многопрофильный колледж

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО КУРСА**

**ПМ.01 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

**МДК 01.01 Разработка технологических процессов изготовления деталей машин с
применением систем автоматизированного проектирования**

для студентов специальности

15.02.16 Технология машиностроения

ОДОБРЕНО

Предметно-цикловой комиссией
«Механического, гидравлического
оборудования и автоматизации»
Председатель О.В. Коровченко
Протокол № 5 от «22» января 2025г.

Методической комиссией МпК

Протокол № 3 от «19» февраля 2025г.

Разработчик :

преподаватель образовательно-производственного центра (кластера)
Многопрофильного колледжа ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

Екатерина Александровна Киселева

Методические указания по выполнению курсового проекта разработаны на основе рабочей программы ПМ.01 Разработка технологических процессов изготовления деталей машин.

Содержание курсового проекта ориентировано на формирование общих и профессиональных компетенций по программе подготовки специалистов среднего звена по специальности 15.02.16 Технология машиностроения

1 ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с рабочей программой профессионального модуля ПМ.01 Разработка технологических процессов изготовления деталей машин предусмотрено выполнение курсового проекта.

Курсовой проект является одним из основных видов учебной деятельности и формой контроля учебной работы студентов.

Продолжительность выполнения курсового проекта – 40 часов. Курсовой проект осуществляется на заключительном этапе изучения профессионального модуля, в ходе которого формируются умения, ПК и ОК при решении задач, связанных со сферой профессиональной деятельности будущих специалистов.

Курсовой проект выполняется после изучения теоретической части МДК 01.01 Разработка технологических процессов изготовления деталей машин с применением систем автоматизированного проектирования.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

- У 1.1.1 читать чертежи и требования к деталям служебного назначения;
- У 1.1.2 анализировать технологичность изделий;
- У 1.1.3 оформлять техническое задание на конструирование нестандартных приспособлений, режущего и измерительного инструмента;
- У 1.2.1 определять виды и способы получения заготовок;
- У 1.2.2 оформлять чертежи заготовок для изготовления деталей;
- У 1.2.3 определять тип производства;
- У 1.3.1 проектировать технологические операции;
- У 1.3.2 составлять последовательность выполнения технологического процесса обработки деталей;
- У 1.3.3 выбирать методы обработки поверхностей;
- У 1.4.1 анализировать исходные данные на основе чертежей технологических карт;
- У 1.4.2 анализировать и выбирать схемы базирования;
- У 1.4.3 анализировать и выбирать схемы закрепления заготовки;
- У 1.4.4 выбирать технологическое оборудование и технологическую оснастку: приспособления, режущий, мерительный и вспомогательный инструмент;
- У 1.5.1 выполнять расчеты межпереходных и межоперационных размеров, припусков и допусков;
- У 1.5.2 определять способы формообразования при обработке деталей резанием и с применением аддитивных методов;
- У 1.5.3 выполнять расчеты режимов резания и норм времени на операции металлорежущей обработки;
- У 1.6.1 оформлять технологическую документацию;
- У 1.6.2 составлять технологические маршруты операций изготовления деталей;
- У 1.6.3 использовать пакеты прикладных программ (CAD/CAM системы) для разработки конструкторской документации и проектирования технологических процессов механической обработки и аддитивного изготовления деталей;

Содержание курсового проекта ориентировано на формирование **профессиональных компетенций:**

- ПК 1.1 Использовать конструкторскую и технологическую документацию при разработке технологических процессов изготовления деталей машин
- ПК 1.2 Выбирать метод получения заготовок с учетом условий производства
- ПК 1.3 Выбирать методы механической обработки и последовательность технологического процесса обработки деталей машин в машиностроительном производстве

- ПК 1.4 Выбирать схемы базирования заготовок, оборудование, инструмент и оснастку для изготовления деталей машин
- ПК 1.5 Выполнять расчеты параметров механической обработки изготовления деталей машин, в том числе с применением систем автоматизированного проектирования
- ПК 1.6 Разрабатывать технологическую документацию по изготовлению деталей машин, в том числе с применением систем автоматизированного проектирования

А также формированию **общих компетенций**:

- ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.
- ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

Курсовой проект по профессиональному модулю ПМ.01 Разработка технологических процессов изготовления деталей машин МДК 01.01. Технологические процессы изготовления деталей машин выполняется в сроки, определённые рабочим учебным планом по программе подготовке специалистов среднего звена.

Процесс выполнения курсового проекта включает следующие этапы:

- 1 Изучение настоящих методических указаний.
- 2 Выбор темы и её согласование с руководителем.
- 3 Формулировка цели и составление плана.
- 4 Подбор, изучение и анализ содержания источников.
- 5 Сбор и обобщение материалов, проведение исследований и анализ результатов практической (экспериментальной) части работы.
- 7 Разработка практической части, формулировка выводов и рекомендаций.
- 8 Оформление списка литературы.
- 9 Подготовка к защите и защита курсового проекта.

Контроль за выполнением разделов КП осуществляется преподавателем-консультантом, заведующим отделением.

Примерная тематика курсовых проектов:

1. Разработка технологического процесса изготовления детали (по вариантам) и оформление технологической документации
2. Классификация деталей машиностроения, выпускаемых механосборочным цехом по служебному назначению и конструкторско-технологическим признакам.
3. Анализ конструкторской документации на технологичность
4. Получения заготовок с учетом условий производства
5. Выбор баз при обработке заготовок
6. Принципы выбора оборудования, оснастки, инструмента и режимов резания.
7. Технологические процессы изготовления деталей типа тела вращения
8. Технологические процессы изготовления рычагов и плоских деталей
9. Технологические процессы изготовления деталей зубчатых передач
10. Типовые технологические процессы изготовления корпусных деталей
11. Технологические процессы изготовления изделий из листового материала
12. Технология обработки отверстий и резьбовых соединений
13. Обработка поверхностей на шлифовальных (строгальных/долбежных) станках.
14. Электроэрозионная обработка
15. Обработка давлением.
16. Термическая обработка деталей
17. Химическая обработка деталей
18. Применение аддитивных технологий в машиностроительном производстве

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Проектирование технологических процессов изготовления деталей машин является одним из наиболее ответственных этапов технологической подготовки производства. Технологический процесс должен обеспечивать высокую производительность труда и требуемое качество изделий при минимальных затратах материальных средств на их изготовление.

Современные тенденции развития металлообрабатывающего производства связаны с сокращением периода эксплуатации изделий, расширением номенклатуры выпускаемой продукции, а также ростом сложности выпускаемых изделий. Все это требует значительного повышения эффективности производственного цикла за счет широкого внедрения станков с ЧПУ и многоцелевых станков, позволяющих значительно снизить влияние человеческого фактора на качество выпускаемой продукции и сроки ее выпуска. Вместе с тем немаловажным фактором снижения себестоимости выпускаемой продукции является и сокращение времени с момента принятия решения о проектировании новой продукции до ее выпуска, достигаемое в настоящее время широким внедрением САПР на всех этапах технологической подготовки производства.

Для реализации упомянутых выше путей повышения эффективности

производственного цикла необходима своевременная подготовка специалистов высокой квалификации, способных решать комплексные задачи не только по проектированию изделий, но и по подготовке выпуска этих изделий с использованием современных средств автоматизации производственного цикла.

Курсовой проект нацелен на подготовку специалистов, соответствующих современным требованиям рынка и способных адаптироваться под постоянно изменяющиеся требования и условия производства.

1.ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Цель выполнения курсового проекта – научить студентов проектировать эффективные и экономичные технологические процессы изготовления деталей на станках с ЧПУ с использованием современного программного обеспечения.

В процессе выполнения курсового проекта решаются следующие задачи:

расширение, систематизация и закрепление теоретических знаний в области разработки эффективных технологических процессов изготовления деталей на станках с ЧПУ;

практическое освоение выбора прогрессивного технологического оборудования, режущего и вспомогательного инструмента, а также технологической оснастки;

овладение основными принципами автоматизированной подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ с использованием современного программного обеспечения.

2.ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ

Темой проекта является разработка технологического процесса механической обработки деталей средней сложности. Темы курсовых проектов могут носить характер технологических разработок как деталей существующего производства, так и вновь проектируемых или осваиваемых в производстве конструкций.

При разработке должны решаться практические инженерные задачи, с тем чтобы результаты работы над проектом по возможности полностью или частично могли быть использованы студентом при выполнении дипломного проекта.

Непременным условием курсового проектирования является обеспечение более высокого технологического уровня изготовления деталей по сравнению с существующим на

производстве как в области применения новых методов получения заготовок, механической обработки, так и по технико-экономическим показателям.

В курсовом проекте студент, как правило, разрабатывает единичный технологический процесс изготовления детали на станках с ЧПУ, выполняет технологические эскизы на основные переходы, а также разрабатывает управляющую программу изготовления заданной детали с использованием возможностей современных САПР.

Графическая часть и пояснительная записка выполняются и представляются к защите в электронном и письменном виде. Для пояснения выполненных разработок на защите курсовой работы студент предоставляет также презентацию и (или) видеоролик, отражающие суть работы, ход ее выполнения и полученные результаты.

3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Содержание и объем курсового проекта разработаны в соответствии с рабочей программой по ПМ. 01 «Разработка технологических процессов изготовления деталей машин», МДК 01.02. Системы автоматизированного проектирования и программирования в машиностроении. Курсовой проект состоит из трех частей:

1. Пояснительная записка.
2. Комплект технологической документации.
3. Графические документы.

Пояснительная записка (объемом 35-40 листов) должна содержать:

- титульный лист (приложение В);
- задание на курсовое проектирование (приложение А);
- реферат (лист с основной надписью по ГОСТ 2.104-83 форма 2);
- содержание (лист с основной надписью по ГОСТ 2.104-83 форма 2а);
- введение;
- основную часть (описание конструкции детали; материал детали и его свойства; определение типа производства и его характеристика типа производства);
- технологическую часть (выбор вида и обоснование метода получения заготовки; разработка маршрутной технологии; технологический маршрут обработки детали; выбор оборудования и средств технологического оснащения; выбор станочного оборудования; выбор режущего инструмента; выбор методов контроля; расчет режимов резания и наладки операций технологического процесса; разработка управляющей программы для обработки детали на станках с программным управлением);
- нормирование операций технологического процесса
- (расчет технологических норм времени);
- заключение;
- список использованных источников;
- приложение.

Отзыв руководителя на курсовое проектирование (приложение Б) в пояснительную записку не подшивается.

Комплект технологической документации должен содержать:

- титульный лист (приложение Г);
- маршрутную карту технологического процесса;
- операционные карты механической обработки;

- карты эскизов.
- Графические документы (два листа формата A1, A3) должны содержать:
- чертеж детали (формат A3);
 - технологические наладки станка (формат A1).

4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОДЕРЖАНИЮ ГЛАВ ПРОЕКТА

4.1. Задание на проектирование.

Выдается преподавателем, содержит чертеж детали, указание типа производства, перечень графической части проекта, рекомендуемую литературу, график выполнения проекта.

4.2 Реферат

Создание реферата диктуется необходимостью автоматизированного поиска в базе данных предприятия научно-исследовательских и технологических разработок – аналогов, выполненных ранее. Общие требования к реферату изложены в ГОСТ 7.9-77.

Реферат должен содержать следующее:

- сведения об объёме, количестве иллюстраций, таблиц, количестве использованных источников;
- перечень ключевых слов;
- текст реферата.

Перечень ключевых слов должен характеризовать содержание курсового проекта и включать от 10 до 15 слов в именительном падеже, напечатанных в строку через запятые.

Текст реферата должен отражать следующее:

- цель работы;
- полученные результаты и их новизну.

Объём реферата 0,5 – 0,8 страницы.

4.3 Введение

Введение должно содержать краткие сведения о перспективах развития отрасли и предприятия, для которых ведётся проектирование технологического процесса. Даётся краткая характеристика состояния производственного процесса, формулируются технологические задачи и цель курсового проектирования. Объём введения - 1-2 с.

4.4 Анализ конструкции детали

Анализ конструкции детали осуществляется на основе чертежа детали. Анализ преследует цель выявить обоснованность и достаточность предъявляемых требований к детали и осуществить их корректировку в случае необходимости.

Анализ технических требований к детали рекомендуется проводить в такой последовательности:

- формулируют техническое требование с указанием цифровых значений;
- указывают возможные последствия невыполнения данного требования, при необходимости приводят схематичные иллюстрации;
- выполняют эскизную схему контроля (проверки) технического требования, приводят описание схемы и метода контроля.

Обработка детали на технологичность преследует своей целью сокращение затрат средств и времени на технологическую подготовку производства, а также на изготовление детали. Она осуществляется по выполненным чертежам до начала разработки технологических процессов, в процессе подготовки производства конструкторами, технологами, а также производственниками. В то же время следует помнить, что технологичность конструкции детали – понятие относительное, и критерии технологичности конструкции одной и той же детали будут разными для различных типов производства.

4.5. Определение типа производства и его характеристика

Тип производства определяется по коэффициенту закрепления операций ($K_{з.о}$). Предварительно на основе типового (базового) технологического процесса его можно определить по эмпирической формуле:

$$K_{з.о} = \frac{F_d * 60}{N * T_{шт(шт.-к)ср} * K_y},$$

где:

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, час, [1, с.22, таблица 2.1];

N – годовой объём выпуска детали, шт.;

$T_{шт(шт.-к)ср}$ – среднее штучное (для массового производства) или штучно-калькуляционное (для серийного производства) время, мин. При расчете среднего штучного или штучно-калькуляционного времени в знаменатель подставляется число рабочих мест.

K_y – коэффициент ужесточения заводских норм, $K_y=0,7 \dots 1,0$.

Для выполнения расчетов рекомендуется проанализировать операции типового (базового) технологического процесса механической обработки детали, заданной для проектирования, заполняя их в таблицу по форме таблицы 1.1.

Таблица 1.1 – Анализ операций механической обработки детали

Номер операции	Код и наименование операции	Модель станка	Категория ремонтной сложности	$T_{шт(шт.-к)ср}$
1	2	3	4	5

По полученной величине $K_{з.о}$ определить тип производства:

Таблица 1.2 – Зависимость между типом производства и коэффициентом закрепления операций

$K_{з.о}$	Тип производства
До 1	Массовый
Свыше 1 до 10	Крупносерийный
Свыше 10 до 20	Среднесерийный
Свыше 20 до 40	Мелкосерийный
Свыше 40	Единичный

В зависимости от полученного типа производства определить такт выпуска (для массового производства) или величину производственной партии (для серийного производства).

Такт выпуска (t):

$$t = F_g * \frac{60}{N}, \text{ мин}$$

Величина производственной партии (пд):

$$n_g = \frac{N * a}{\Phi_{p.d.}}, \text{ шт}$$

где a – число дней, на которые необходимо иметь запас деталей.

$a=2\dots5$ дней – для крупных деталей;
 $a=3\dots15$ дней – для средних деталей;
 $a=10\dots30$ дней – для мелких деталей.
 $\Phi_{р.д.}$ – число рабочих дней в году:
 $\Phi_{р.д.}=365-(104+8)=253$ дня.

Привести краткую характеристику полученного типа производства.

Кратко проанализировать вид существующей на производстве заготовки с учетом полученного типа производства.

Произвести краткий анализ типового (базового) технологического процесса механической обработки детали с точки зрения организации производства, применяемого оборудования и технологической оснастки, режимов резания и норм времени, в соответствии с типом производства.

4.6. Выбор вида и обоснование способа получения заготовки

Выбор заготовки – ответственный этап курсового проектирования. При решении этого вопроса надо стремиться к тому, чтобы форма и размеры заготовки максимально приближались к форме и размерам готовой детали. В настоящее время основным видом заготовки деталей изделий является холодноотянутый (калиброванный) пруток. Прутковый материал – несовершенный вид заготовки, так как значительная часть его отходит в стружку.

Актуальной проблемой является переход на изготовление штучных заготовок методом объемной штамповки или литья под давлением. Применение штучных заготовок удешевляет механическую обработку деталей резанием, но штампованная или литая заготовка дороже прутковой. Перед студентами встает задача выбора заготовки и обосновании ее экономического преимущества.

При выборе прутковой заготовки необходимо подобрать ее диаметр. Если выбирается штучная заготовка, то необходимо рассчитать ее размеры и выполнить рабочий чертеж. Расчет размеров и операционных (промежуточных) размеров связан с определением припуска на обработку. Припуск определяется расчетно-аналитическим методом на основе предварительного анализа факторов, влияющих на величину припуска.

Припуск рассчитывается по отдельным элементам (составляющим). После механической обработки резанием, а также после заготовительных операций на поверхности деталей остаются шероховатость (поверхностные неровности) и дефектный слой. При выполнении каждой операции (перехода) обработки данной поверхности детали с нее должны быть полностью удалены поверхностные неровности и дефектный слой, оставшиеся после предыдущей операции (перехода).

В минимальное значение операционного припуска входит сумма высоты неровностей и глубины дефектного слоя ($R_{zi-1} + T_{i-1}$), оставшихся на поверхности от предыдущей обработки. Учитывая погрешности взаимного расположения поверхностей деталей, оставшихся от предыдущей операции (ρ_{i-1}), и погрешность установки детали на выполняемой операции (ε_i), получаем минимальное значение операционного припуска:

$$Z_{i\min} = (R_{zi-1} + T_{i-1}) + \rho_{i-1} + \varepsilon_i \text{ — для одностороннего расположения припуска ;}$$

$$2Z_{i\min} = 2(R_{zi-1} + T_{i-1}) + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \text{ — для поверхностей вращения.}$$

Значения составляющих припуска (R_z ; T ; ρ ; ε) выбираются из таблиц или определяются по методике В.М.Кована.

При расчете общего припуска и операционных размеров учитывают операционные (переходные) допуски, которые вызывают колебание припуска у отдельных заготовок от минимума до максимума.

В результате расчета припуска должна быть изображена схема расположения полей припусков и допусков.

4.7. Разработка маршрута технологического процесса механической обработки детали

При разработке маршрута механической обработки детали следует учитывать, что на первой технологической операции необходимо обработать те поверхности, которые будут в дальнейшем использоваться в качестве технологических баз. В первую очередь необходимо также обработать те поверхности, на которых могут обнаружиться пороки заготовки (раковины, трещины, рыхлоты и т.д.), чтобы не затрачивать понапрасну труд на обработку остальных поверхностей.

Дальнейшую последовательность обработки устанавливают в зависимости от требуемой точности. Чем точнее поверхность, тем позднее она должна обрабатываться, так как обработка последующей поверхности может вызвать погрешности ранее обработанной. Это происходит из-за перераспределения внутренних напряжений, деформаций детали после снятия каждого нового слоя металла.

Последними должны обрабатываться наиболее точные поверхности, а также поверхности с наименьшими шероховатостью и волнистостью.

Процесс механической обработки должен укладываться в следующие этапы:

1. Обработка поверхностей, образующих установочные базы для всех последующих операций.

2. Черновая обработка основных поверхностей детали.

3. Чистовая обработка основных поверхностей детали.

4. Черновая и чистовая обработка второстепенных поверхностей.

5. Термическая обработка детали, если она предусмотрена чертежом и техническими требованиями.

6. Выполнение второстепенных операций, связанных с термической обработкой.

7. Выполнение отделочных операций основных поверхностей.

8. Выполнение доводочных операций основных поверхностей.

Формирование операций для поточных видов производства должно быть подчинено получению трудоёмкости каждой операции равной или кратной такту.

Станкоёмкость каждой операции по возможности должна быть равна или кратна такту для лучшего использования оборудования во времени.

Переходы, в которых удельный вес машинного времени достаточно велик, следует формировать в операции с расчётом возможности обслуживания одним рабочим нескольких станков или даже различных видов оборудования.

При большой программе выпуска экономично использовать наиболее производительные виды оборудования с максимальной концентрацией переходов в одной операции и максимальным совмещением их во времени. Здесь уместны три много: многоместная, многоинструментальная, многопозиционная обработка.

С уменьшением количества деталей формирование операций ведут путём включения в них переходов, при помощи которых решаются аналогичные задачи у разных деталей.

При формировании операций в условиях действующего завода необходимо учитывать возможности имеющегося оборудования, перспективы его модернизации, замены или пополнения новым.

Из сформированных операций составляют технологический маршрут обработки детали. При этом необходимо в самых широких пределах использовать типовые технологические процессы, опыт предприятий, справочную и периодическую литературу.

Пример заполнения карты маршрутно-операционного технологического процесса представлена в ПРИЛОЖЕНИЕ К.

Каждая графа таблицы должна быть заполнена с полным содержанием переходов, названием модели технологического оборудования, режущего инструмента, с указанием марки инструментального материала и типа резца.

На схеме базирования должны быть проставлены размеры обработки и размеры от баз с предельными отклонениями, номера обрабатываемых поверхностей, указана шероховатость поверхности после обработки.

4.7. Выбор оборудования и средств технологического оснащения.

4.7.1. Выбор станочного оборудования является одной из важнейших задач при разработке технологического процесса механической обработки заготовки. От правильного его выбора зависит производительность изготовления детали, экономное использование производственных площадей, механизации и автоматизации ручного труда, электроэнергии и в итоге себестоимость изделия.

В зависимости от объёма выпуска изделий выбирают станки по степени специализации и высокой производительности, а также станки с числовым программным управлением (ЧПУ).

Выбор каждого вида станка должен быть экономически обоснован. Производится расчёт технико-экономического сравнения обработки данной операции на разных станках. При заданном объёме выпуска изделий необходимо принимать ту модель станка, которая обеспечивает наименьшие трудовые и материальные затраты, а также себестоимость обработки заготовки. При выборе необходимо дать краткое описание моделей станков, применяемых в технологическом процессе, указать предпочтение выбранной модели станка по сравнению с другими аналогичными. Характеризуя выбранные модели станка, можно ограничиваться краткой их технической характеристикой.

При выборе станочного оборудования необходимо учитывать следующее:

- характер производства;
 - методы достижения заданной точности при обработке;
 - необходимую сменную (или часовую) производительность;
 - соответствие станка размерам детали;
 - мощность станка;
 - удобство управления и обслуживания станка;
 - габаритные размеры станка;
 - возможность оснащения станка высокопроизводительными приспособлениями и средствами автоматизации и механизации;

При выборе станочного оборудования необходимо также учитывать современные достижения отечественного станкостроения.

4.7.2. Выбор режущего инструмента

При разработке технологического процесса механической обработки заготовки выбор режущего инструмента, его вида, конструкции и размеров в значительной мере предопределяется методами обработки, свойствами

обрабатываемого материала, требуемой точностью обработки и качеством обрабатываемой поверхности заготовки.

При выборе режущего инструмента необходимо стремиться принимать стандартный инструмент, но, когда целесообразно, следует применять специальный, комбинированный, фасонный инструмент, позволяющий совмещать обработку нескольких поверхностей.

Правильный выбор режущей части инструмента имеет большое значение для повышения производительности и снижения себестоимости обработки. Для обработки стали рекомендуется применять инструмент, режущая часть которого изготовлена из титановольфрамовых твёрдых сплавов (Т5К10, Т14К8, Т15К6, Т15К6Т, Т30К4), быстрорежущих инструментальных сталей (Р18, Р9, Р9Ф4, Р14Ф4), вольфрамовых твёрдых сплавов (ВК2, ВК3М, ВК4, ВК8) и др. Для

обработки чугуна, цветных металлов и неметаллических материалов используют инструмент из вольфрамовых твёрдых сплавов. Выбор материала для режущего инструмента зависит от формы и размеров инструмента, материала обрабатываемой заготовки, режимов резания и типа производства.

Режущий инструмент необходимо выбирать по соответствующим стандартам и справочной литературе в зависимости от методов обработки деталей. При этом описывается назначение инструмента, выполняется его эскиз с указанием порядкового номера, размеров, вида и материала режущей части, ее геометрии и ГОСТ на резец и используемую многогранную неперетачиваемую пластину.

Например, для черновой и чистовой обработки основных поверхностей детали выбираем проходной подрезной резец (рис. 3) с многогранной режущей пластиной ($\varphi=95^\circ$, $\varphi_1=5^\circ$), ГОСТ 27301-87 Т5К10.

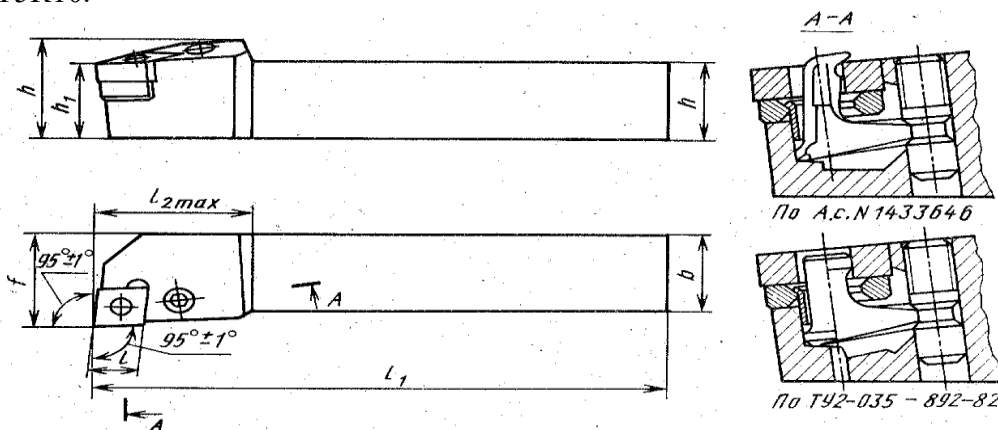


Рис.1. Пример выполнения эскиза инструмента

Если технологические особенности детали не ограничивают применение высоких скоростей резания, то следует применять высокопроизводительные конструкции режущего инструмента, оснащённого твёрдым сплавом, так как практика показала, что это экономически выгодней, чем применение быстрорежущих инструментов. Особенно это распространяется на резцы (кроме фасонных, малой ширины, автоматных), фрезы, зенкеры, конструкции которых оснащены твёрдым сплавом и хорошо отработаны.

В пояснительной записке необходимо сделать анализ выбранного режущего инструмента на операцию или переход.

4.7.3. Выбор методов контроля

Метод контроля должен способствовать повышению производительности труда контролёра и станочника, создавать условия для улучшения качества выпускаемой продукции и снижения её себестоимости.

В единичном и серийном производствах обычно применяется универсальный измерительный инструмент (штангенциркуль, штангенглубиномер, микрометр, угломер, индикатор и т. д.).

В массовом и крупносерийном производствах рекомендуется применять предельные калибры (скобы, пробки, шаблоны и т. п.) и методы активного контроля, которые получили широкое распространение во многих отраслях машиностроения.

В пояснительной записке необходимо дать объяснение применяемого метода контроля и краткую техническую характеристику измерительного инструмента или контрольного приспособления на данную технологическую операцию.

4.8. Выбор и расчет режимов резания

Рассчитанные или выбранные режимы резания при выполнении технологической операции должны обеспечивать требуемую точность обработки при максимальной производительности труда и минимальной себестоимости.

При выборе режимов обработки необходимо придерживаться определённого порядка, т. е. при назначении и расчёте режима обработки учитывают тип и размеры режущего инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип оборудования и его состояние. Следует помнить, что элементы режимов обработки находятся во взаимной функциональной зависимости, устанавливаемой эмпирическими формулами.

К элементам режима резания относятся: скорость резания, подача, глубина резания (рис. 2).

Скорость резания, V [м/мин] – путь перемещения обрабатываемой поверхности заготовки в единицу времени относительно режущей кромки инструмента.

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

где n – частота вращения (об/мин), D – диаметр обрабатываемой поверхности, (мм).

Подача, S – величина перемещения режущей кромки резца в направлении движения подачи (D_s). Рассматривают подачу на оборот S_0 , [мм/об] – перемещение режущей кромки резца в направлении движения подачи за один оборот заготовки; минутную подачу $S_{\text{мин}}$ или скорость движения подачи V_s [мм/мин] – перемещение режущей кромки резца в направлении движения подачи за одну минуту: $S_{\text{мин}} = V_s = S_0 n$.

Глубина резания, t – величина слоя материала снимаемого за один проход инструмента, рассматриваемого как расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями:

$$t = \frac{D - D_0}{2},$$

где D_0 – диаметр обработанной поверхности, (мм).

Основное технологическое время, T_0 – время, затрачиваемое непосредственно на процесс снятия стружки:

$$T_0 = \frac{y + l + \Delta}{S_0 n},$$

где l – длина обработанной поверхности, мм;

y – величина врезания инструмента, мм;

Δ – величина перебега инструмента, мм.

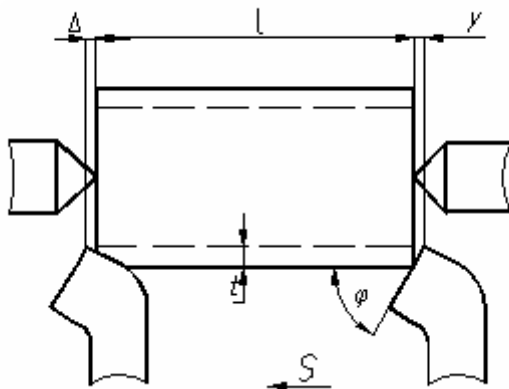


Рис.2 Схема для определения элементов режима резания

Для остальных операций технологического процесса механической обработки детали режимы резания определяются по табличным нормативам соответствующей учебной и справочной литературы.

После назначения режимов резания необходимо провести проверку станка на мощность. Потребная мощность для резания не должна превышать фактической мощности электродвигателя станка. При недостаточной мощности привода станка рекомендуется уменьшить скорость резания или перенести обработку на более мощное оборудование.

При выполнении курсового проекта подробный расчет режимов резания, как правило, приводится в расчетно-пояснительной записке на три разнотипных операции.

При использовании обработки заготовки на станках с ЧПУ количество операций с подробным расчетом режимов резания может быть уменьшено. Методика расчета режимов резания при обработке на станках различных типов достаточно подробно изложена в технической литературе [1,9].

4.9. Нормирование операций технологического процесса

Техническое нормирование труда – это совокупность методов и приемов по выявлению резервов рабочего времени и установлению необходимой меры труда.

При техническом нормировании труда (т.е. при аналитическом методе определения нормы времени) технологическая операция раскладывается на элементы машинные, машинно-ручные и ручные, на переходы, хода, приемы и движения. При этом каждый элемент подвергается анализу как в отдельности, так и в сочетании со смежными элементами. Перед расчетом нормы времени производится анализ структуры нормируемой операции с целью ее улучшения путем: исключения из ее состава всех лишних приемов и движений, без которых работа может быть успешно выполнена; сокращения пути всех движений рук, ног и корпуса рабочего; замены утомительных приемов работы более легкими; обеспечения выполнения ручных приемов работы во время автоматической подачи; освобождение рабочего от выполнения подсобных работ по подноске материалов, инструмента, заготовок и по заточке инструмента; применение многоместных приспособлений; прогрессивных режимов резания; использования опыта передовиков по сокращению затрат вспомогательного времени.

Затраты рабочего времени в течение рабочего дня (за исключением обеденного перерыва) подразделяют на нормируемые и ненормируемые затраты.

К нормируемым затратам относятся затраты, необходимые для выполнения заданной работы и потому подлежащие включению в состав нормы времени.

К ненормируемым затратам рабочего времени, которые не включаются в состав нормы, относятся потери рабочего времени (потери времени вследствие выполнения рабочим случайной и непроизводительной работы, такой как хождение за мастером, наладчиком, документацией, инструментами, транспортными средствами, материалами и т.п.; перерывы в работе по организационным и техническим причинам, связанные с простоями в ожидании работы, крана, подсобного рабочего, чертежа, инструмента, с простоями из-за отсутствия электроэнергии и т.п.; потери по вине рабочего в связи с опозданиями и преждевременным уходом с рабочего места, посторонними разговорами и т.п.).

Нормируемые затраты рабочего времени делятся на подготовительно-заключительное время, оперативное время, время обслуживания рабочего места и время перерывов на отдых и личные потребности рабочего.

Норма подготовительно-заключительного времени $T_{п-з}$ – это норма времени на подготовку рабочих и средств производства к выполнению технологической операции и приведение их в первоначальное состояние после ее окончания.

Норма подготовительно-заключительного времени предусматривает затраты времени на: а) получение материалов, инструментов, приспособлений, технологической документации и наряда на работу; б) ознакомление с работой, технологической документацией, чертежом, получение необходимого инструктажа; в) установку инструментов, приспособлений, наладку

оборудования на соответствующий режим работы; г) снятие приспособлений и инструмента; д) сдачу готовой продукции, остатков материала, приспособлений, инструмента, технологической документации и наряда.

Подготовительно-заключительное время затрачивается один раз на всю партию обрабатываемых изделий.

Норма оперативного времени $T_{оп}$ – это норма времени на выполнение технологической операции, состоящая из суммы норм основного времени T_o и неперекрываемого им вспомогательного времени $T_в$, т.е.

$$T_{оп} = T_o + T_в .$$

Норма основного времени T_o – это норма времени на достижение непосредственной цели данной технологической операции или перехода по качественному и (или) количественному изменению предмета труда.

Основное (технологическое) время представляет собой время, в течение которого осуществляется изменение размеров и формы заготовки, внешнего вида и шероховатости поверхности, состояния поверхностного слоя или взаимного расположения отдельных частей сборочной единицы и их крепления и т.п. Основное время может быть машинным, машинно-ручным, ручным и аппаратным.

Норма вспомогательного времени $T_в$ представляет собой норму времени на осуществление действий, создающих возможность выполнения основной работы, являющейся целью технологической операции или перевода, и повторяющихся с каждым изделием или через определенное их число (установка и снятие изделия, пуск и выключение станка, подвод и отвод инструмента, перемещение стола или суппорта, промеры изделия, смена инструмента или его переустановка, если это производится на каждое изделие или через определенное число изделий).

Вспомогательное время определяется суммированием его составляющих элементов.

Время обслуживания рабочего времени $T_{обс}$ представляет собой часть штучного времени, затрачиваемую исполнителем на поддержание средств технологического оснащения в работоспособном состоянии и уход за ними и рабочим местом.

В условиях массового производства, машинных и автоматизированных операций время обслуживания рабочего места подразделяется на время технического и время организационного обслуживания.

Время технического обслуживания $T_{тех}$ – это время, затрачиваемое на уход за рабочим местом (оборудованием) в течение данной конкретной работы (смены затупившихся инструментов, регулировка инструментов и подналадка оборудования в процессе работы, сметание стружки и т.п.). время технического обслуживания определяется в процентах к основному времени.

Время организационного обслуживания $T_{орг}$ – это время, затрачиваемое на уход за рабочим местом в течение рабочей смены (время на раскладку и уборку инструмента в начале и конце смены, время на осмотр и опробование оборудования, время на его смазку и чистку и т.п.). Время организационного обслуживания определяется в процентах к оперативному времени.

Время на личные потребности $T_{отд}$ – это часть штучного времени, затрачиваемая человеком на личные потребности и (при утомительных работах) на дополнительный отдых; оно предусматривается при всех видах работ (кроме непрерывных) и определяется в процентах к оперативному времени.

Норма времени – это регламентированное время выполнения некоторого объема работ в определенных производственных условиях одним или несколькими исполнителями соответствующей квалификации (ГОСТ 3.1109 – 82). В машиностроении норма времени обычно устанавливается на технологическую операцию.

Технически обоснованная норма времени $T_{ш-к}$ состоит из нормы подготовительно-заключительного времени на партию обрабатываемых изделий $T_{п-з}$ и нормы штучного времени $T_{ш}$, т.е.

$$T_{ш-к} = T_{ш} + \frac{T_{п-з}}{n},$$

где $T_{ш-к}$ – норма штучно-калькуляционного времени;

$T_{п-з}$ – норма подготовительно-заключительного времени на партию обрабатываемых заготовок;

n – количество заготовок в обрабатываемой партии.

Норма штучного времени – это норма времени на выполнение объема работы, равной единице нормирования.

При техническом нормировании норма штучного времени $T_{ш}$ подсчитывается по формуле:

$$T_{ш} = T_o + T_{\epsilon} + T_{обс} + T_{отд} = T_{он} + T_{обс} + T_{отд};$$

В норму штучного времени не включаются затраты времени на работы, которые могут быть выполнены в течение автоматической работы оборудования, т.е. могут быть перекрыты машинным временем.

В условиях массового производства (в связи с редкой сменой работы на отдельных рабочих местах и незначительным удельным весом подготовительно-заключительного времени в общем штучно-калькуляционном времени) подготовительно-заключительное время в норму времени не включается и в качестве нормы времени принимается величина штучного времени, определяемая по формуле:

$$T_{ш} = T_o + T_{\epsilon} + T_{tex} + T_{орг} + T_{отд},$$

или

$$T_{ш} = T_o + T_{\epsilon} + \frac{b_{tex}}{100} T_o + \frac{a_{орг}}{100} (T_o + T_{\epsilon}) + \frac{a_{отд}}{100} (T_o + T_{\epsilon}),$$

где $a_{орг}$ – процент времени на организационное обслуживание рабочего места;

b_{tex} – процент времени на техническое обслуживание рабочего места;

$a_{отд}$ – процент времени на отдых и естественные потребности.

4.10. Проектирование управляющей программы для обработки детали на станках с программным управлением

Управляющая программа разрабатывается для системы УЧПУ CNC в соответствии с заданием по международному стандарту ISO-7bit. Программа должна отражать последовательность обработки, представленную в технологическом маршруте и на эскизах наладок и содержать значения кинематических параметров в соответствии с назначенными режимами обработки на каждый переход. Если требуется несколько проходов инструмента по одному и тому же участку детали, необходимо при программировании использовать стандартные циклы или повторы.

Фрагмент управляющей программы для обработки участка детали представлен ниже:

N100 G21

N102 GO G17 G40 G49 G80 G90

N104 T1 M6

N106 GO G90 G54 X30. Y-22.5 S1000 M3

N108 G43H1 Z100.

N110 Z10.
N112G1 Z-2 F100.
N114 Y-12.5
N116 G09 Y17.5
N118 X-25.
N120 X-35.
N122 Z8.
N124 G0 Z100.
N126 M5
N128 M30

5. ОФОРМЛЕНИЕ КОМПЛЕКТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Текстовые и графические технологические документы в зависимости от вида должны разрабатываться на соответствующих бланках. В разрабатываемых формах документов информацию следует записывать следующими способами:

- машинописным или с применением других печатающих устройств;
- рукописным – высота букв и цифр по ГОСТ 2.304 – 81;
- типографским – в соответствии с требованиями, предъявляемыми к типографским изданиям;
- вычерчиванием от руки;
- вычерчиванием на графопостроителях.

К текстовым документам относятся документы, содержащие в основном сплошной текст или текст, разбитый на графы.

Общие требования к оформлению текстовых документов – по ГОСТ 2.105 – 95. В текстовых документах, текст которых разбит на графы, допускается выделять разделы и подразделы. Наименование разделов и подразделов записывают в виде заголовков и подзаголовков. Под заголовками и между разделами и подразделами следует оставлять свободные строки (одну-две строки).

При разработке текстовых документов в зависимости от типа и характера производства следует применять следующие виды описания процесса:

- маршрутное;
- операционное;
- маршрутно-операционное.

Запись данных в бланках следует производить в технологической последовательности выполнения операции, переходов, приемов работ и физических и химических процессов.

К графическим изображениям относятся эскизы на изделия или их составные части, эскизы на технологические установки и позиции, технологические схемы (кинематические, электрические, гидравлические и т.п.), графики и т.п.

Графические изображения следует выполнять с целью наглядной и дополнительной информации к документам.

Графические изображения, выполненные на графопостроителях, должны соответствовать требованиям и рекомендациям, предъявляемым к изображениям при автоматизированном проектировании.

Эскизы следует разрабатывать на технологические процессы, операции и переходы. Эскизы следует выполнять с соблюдением масштаба или без соблюдения масштаба, но с примерным соблюдением пропорций, с указанием для изделий сборочных единиц и деталей элементов, обрабатываемых поверхностей и т.п.

6.ОФОРМЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

Качество графической части проекта, внешний вид чертежей, легкость и безошибочность их чтения во многом зависят от точного соблюдения правил, установленных в стандартах Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

6.1 Оформление чертежа детали

Чертеж детали в курсовом проекте выполняется с помощью компьютерной графики или черным карандашом. Толщина сплошной основной линии должна быть в пределах 1-1,5 мм в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа. Цифры, буквы и знаки должны быть отчетливы, их начертание и размеры соответствовать ГОСТ 2.304-81. Проект выполняется на листах чертежной бумаги формата А1 (198х280) по ГОСТ 2.301-88 (этот формат принят в качестве единицы измерения объема графической части дипломного проекта).

Рекомендуется масштаб чертежей 1:1, так как он обеспечивает лучшее представление о действительных размерах элементов конструкций.

Применение других масштабов (1:2 или 2: 1 по ГОСТ 2.302-88) в каждом конкретном случае решается студентом совместно с руководителем проекта.

На чертеже детали должны быть указаны технические требования. Требования, которые не могут быть выражены на чертеже графическим способом, располагаются на его поле над основной надписью. При этом даются технические требования, предъявляемые к материалу детали, термической обработке, качеству поверхностей, размеры, предельные отклонения размеров, формы, взаимного расположения поверхностей (если не указаны графически) и др. Порядок нанесения технических требований на чертеже регламентируется ГОСТ 2.316-88.

6.2. Эскизы наладок.

Эскиз технологической наладки обработки детали на станках с программным управлением выполняется для каждого перехода. В процессе обработки детали инструмент рассматривается в системе координат станка. Например, при токарной обработке центр инструмента совпадает с центром окружности при вершине резца. Траектория инструмента совпадает с эквидистантой к контуру детали и отстоит от контура на величину радиуса при вершине резца (рис.3.1). Эквидистанта состоит из отдельных участков, разделенных опорными точками (1 – 6). Перемещения 0 – 1 и 6 – 0 являются холостыми ходами.

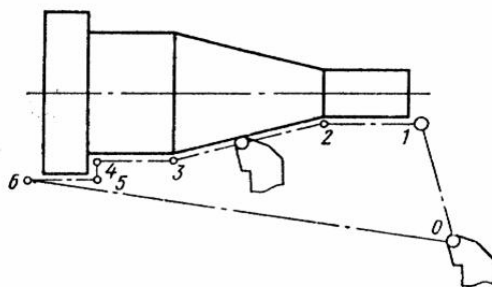


Рис.3. Траектория инструмента при токарной обработке (чистовой).

7 ОФОРМЛЕНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Общий объем пояснительной записки курсового проекта не должен превышать 35 – 40 листов формата А4. При этом объем основной части пояснительной записки должен составлять большую часть (порядка 80% от общего объема пояснительной записки).

7.1 Титульный лист

Титульный лист является первой страницей пояснительной записки, не нумеруется, выполняется на специальном бланке и содержит данные о теме проекта, фамилии и подписи студента, руководителя проекта (прил. В).

Реферат

Реферат выполняется на листах формата А4 с основной надписью, образец заполнения которой приводится на рисунке 6.

Реферат в начале своего текста содержит сведения об объёме пояснительной записки (количество страниц), количество рисунков, таблиц, использованных источников, приложений, количестве листов графической части в форматах А2, А1.

Пример: Курсовой проект содержит пояснительную записку в составе... листов и ... листов формата А1 (А2) графической части.

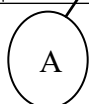
После данных об объёме пояснительной записки даётся перечень ключевых слов, который включает от 5 до 15 слов или словосочетаний из текста пояснительной записки, в наибольшей мере раскрывающий смысл работы. Ключевые слова приводятся в именительном падеже, пишутся в строку прописными буквами через запятые и выделяются интервалами сверху и снизу (по 8 мм)

Текст реферата состоит из следующих тезисов:

- объект (предмет) разработки;
- цель работы;
- результаты работы;
- степень новизны и область применения.

					15.02.08. 11ОПТ15К № ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпи	Дата	Разработка технологического процесса		
Разраб.					Лит.	Лист	Листов
Провер.					гр. 00-У2		
Н.							
Утверд.							

Рисунок 4



185

					4.406.15.02.08.№ ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

Рисунок 5

Если в проекте не содержится сведений по каким-либо из перечисленных тезисов, то в тексте реферата они опускаются; при этом последовательность изложения сохраняется. Оптимальный объем реферата – одна страница, но не более двух страниц формата А4.

Основная надпись первого листа реферата представлена на рисунке 4; основная надпись последующего листа – рисунок 5.

Обозначение документа:

- ПМПК.ОМППТ – код учебного заведения (Пензенский многопрофильный колледж отделение машиностроения и промышленных технологий);
- 4 – обозначение вида работ (4-курсовой проект);
- 406 – обозначение дисциплины (Система автоматизированного проектирования в машиностроении);
- 15.02.08 – код специальности;
- № – регистрационный номер задания в приказе;
- ПЗ – шифр документа (пояснительная записка).

Пр и м е ч а н и е. В графе А записывается тема проекта. В случае, если надпись темы не размещается в графе А, то запись делается, как показано на рисунке 6.

Пример оформления реферата и основной подписи приводится в приложении Д.

7.2 Содержание

В содержании последовательно перечисляют номера и заголовки всех разделов и подразделов ПЗ, включая нумеруемые части: введение, заключение, список использованных источников и приложения.

Слово «Содержание» записывают в виде заголовка (симметрично тексту) прописными буквами. Все пункты содержания записывают строчными буквами, начиная их с прописной.

Заголовки нумеруемых разделов начинают с линии текста, а номера и заголовки подразделов – с линии абзаца (абзацного отступа).

Номера страниц проставляют по линии последней строки заголовка раздела (подраздела). Расстояние от цифры номера страницы до текста заголовка должно быть не менее 5 мм, а до правого края листа – 10 мм.

В случае если проект состоит из двух книг (вторая книга – документация или приложения), то в каждой книге помещают содержание, при этом в первой книге вместо содержания второй книги указывают только ее номер и наименование.

7.4.1 Введение

Раздел «Введение» относится ко всему проекту.

Рекомендуемая структура введения и последовательность изложения вопросов следующие:

- область техники, к которой относится рассматриваемая в проекте тема;
- цель проектирования;
- пути реализации поставленной цели на основе анализа требований задания: необходимость разработки новой технологии или модернизация существующей. Следует указать, что надо для этого сделать в проекте, какие необходимы расчеты, какую документацию переработать или разработать заново;
- указание вопросов, рассмотренных в данном проекте: конструирование, экономика и т.п., и разделов ПЗ, где они рассмотрены.

7.4.2 Основная часть пояснительной записки

Основная часть должна содержать:

анализ конструкции детали;

выбор и обоснование метода получения заготовки;

необходимые расчеты.

В ПЗ должны быть помещены схемы, эскизы, которые необходимы для обоснования и описания расчетов.

7.4.3 Заключение

Заключение должно содержать:

качественную и количественную оценку полученных результатов;

указание о возможности практического использования;

Разделы «Введение» и «Заключение» имеют самостоятельные значения в составе ПЗ и характеризуют работу в целом. По своей структуре и содержанию эти разделы в совокупности являются тезисами доклада при защите проекта, поэтому они могут в обобщенном и кратком виде дублировать основные разделы ПЗ.

7.4.4 Список использованных источников

На все источники, использованные в проекте, должны быть ссылки в тексте, которые выделяют двумя прямыми линиями.

Источники располагают и нумеруют в порядке появления ссылок на них в ПЗ (допускается располагать источники в алфавитном порядке фамилий авторов).

Сведения об источниках состоят из данных об авторах, названия источника, адреса издательства, года издания и числа страниц, разделяемых точками, тире, двоеточиями и запятыми.

Пример. Мельников Г.Н., Вороненко В.П. Проектирование механосборочных цехов. – М.: Машиностроение, 1990. – 350 с.

8. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ ЧАСТЕЙ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

8.1 Общие требования

Страницы текста ПЗ и включенные в него иллюстрации, распечатки с ЭВМ, таблицы выполняются на листах формата А4. Допускается представлять иллюстрации, таблицы и распечатки на листах формата А3. В этом случае лист складывается до формата А4 и учитывается как одна страница. ПЗ оформляется по ГОСТ 2.105 – 95 и ГОСТ 2.106 – 98. ПЗ выполняется на белых листах формата А4.

Текст ПЗ выполняется машинописным (через полтора интервала) или рукописным способами (разборчивым почерком) чернилами чёрного цвета с высотой букв не менее 2,5 мм. При выполнении текста с применением печатающих и графических устройств ЭВМ высота букв должна быть не менее 1,8 мм.

При выполнении текста на листах с рамкой расстояние границ должно быть:

- от рамки до границ текста – 5 мм;
- от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней рамки – не менее 10 мм.

Расстояние между заголовком и текстом – 15 мм. Расстояние между заголовками раздела и подраздела – 10 мм.

Абзацы, т.е. начало текста с отступом или нумерация подразделов и пунктов начинаются отступом, равным 15 – 17 мм от линии текста.

12.1. Рубрикация

Текст ПЗ делится на разделы, подразделы, пункты и подпункты. Разделы имеют порядковую нумерацию в пределах всей ПЗ арабскими цифрами без точки в конце. Разделы, подразделы (и при необходимости пункты) должны иметь заголовки, которые включаются в содержание. Пункты и подпункты, как правило, заголовков не имеют.

Каждый раздел ПЗ должен начинаться с нового листа. Подразделы пункты и подпункты записываются с линии абзаца.

Наименование разделов и структурных частей ПЗ (РЕФЕРАТ, ВВЕДЕНИЕ) записывают симметрично тексту прописными буквами. Наименование подразделов и пунктов записывают в виде заголовков (с абзаца) строчными буквами, кроме первой прописной.

Переносы и сокращения слов в заголовках не допускаются. Точку (или двоеточие) в конце заголовка не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Подчеркивать заголовки или заключать в кавычки не допускается.

8.2 Перечисления

Внутри отдельных разделов и подразделов ПЗ могут быть перечисления. Перед каждой позицией перечисления следует ставить дефис или, при необходимости ссылки в тексте документа на одно из перечислений, строчную букву, после которой ставится скобка.

Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзационного отступа, как показано на примере.

Пример.

- 1) _____
- 2) _____
 - 2.1) _____ 22
 - 2.2) _____

3) _____

В пределах одного подраздела или пункта не рекомендуется более одной группы перечислений.

8.3 Нумерация страниц

Страницы ПЗ следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Титульный лист включают в общую нумерацию ПЗ, но номера на нём не ставят. Приложения включаются в сквозную нумерацию листов ПЗ.

8.4 Примечание и ссылки

Примечания помещают в ПЗ при необходимости пояснения содержания текста, таблицы или иллюстрации. Примечание размещают непосредственно после текста, графического материала, таблицы, иллюстрации, к которым оно относится, и печатают с абзачного отступа с прописной буквы.

Если примечание одно, то после слова «Примечание» ставится тире и текст примечания пишется тоже с прописной буквы. Одно примечание не нумеруется. Несколько примечаний нумеруются по порядку арабскими цифрами.

Примеры.

Примечание - _____
Примечания

При ссылках на разделы, подразделы, пункты, иллюстрации, таблицы, формулы, перечисления и приложения ПЗ следует указывать их порядковые номера, например: «...в разделе 4», «... по п.3.3.4.», «перечисление а, п.3.3.», «... по формуле (3)», «...на рисунке 8», «... в приложении А».

Если в ПЗ одна иллюстрация, одна таблица и т.п., то следует при ссылках писать «...на рисунке», «...в таблице» и т. п.

Ссылку в тексте ПЗ следует делать на документ в целом или его разделы и приложения. Ссылки на подразделы, пункты, таблицы, иллюстрации, не допускаются, за исключением подразделов, пунктов, таблиц и иллюстраций, помещенных в самой ПЗ.

При ссылках на стандарты и технические условия указываются только их обозначения (номер). Запись полного обозначения, названия и года утверждения делается при необходимости в конце текста (перед списком использованных источников) под рубрикой «Ссылочные нормативные документы» по форме таблицы 33.

Таблица 33

Обозначение документа, на который дана ссылка	Название номер раздела, подраздела, приложения документа, на который дана ссылка

8.5 Некоторые правила изложения текста

Полное наименование изделия, программы и т.п. на титульном листе, в основной надписи и при первом упоминании в тексте должно быть одинаковым и полным во всех документах проекта.

Часто встречающиеся в тексте наименование изделия или сложные выражения пишутся полностью и тут же, приводится в скобках сокращённая запись без расшифровки.

Например: Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования (РСЭО).

В тексте порядок слов в наименовании устройства должен быть прямой, т.е. на первом месте должно быть определение, а затем название изделия.

Например: Многошпиндельный токарный автомат.

При изложении требований в тексте должны применяться слова «необходимо», «должен», «следует», «запрещается» и т.п.

При изложении других (необязательных) положений следует применять слова – «могут быть», «при необходимости», «в случае» и т.д.

Допускается использование повествовательной формы изложения текста, например «применяют», «излагают» и т.д.

В описании расчетов или последовательности действий рекомендуется использовать обезличенную форму изложения, например: «определяется по формуле (3)», «вычисляется из выражения...», «... находятся по...». Не допускается использовать личную форму записи: «... определяем», «... получаю».

Все слова должны быть написаны полностью. В тексте разрешены только общепринятые сокращения:

- установленные правилами орфографии: др. (другие), т.е. (то есть), и т.д. (и так далее), пр. (прочие), см. (смотри) и т.п.;
- установленные соответствующими стандартами;
- обозначения единиц измерения, если они стоят после цифр (10мм, 0,8 кг), в заголовках таблиц и в расшифровках буквенных обозначений в формулах и рисунках;
- в списке использованных источников допускается сокращения: с. (страница), изд. (издание), ч. (часть), ред. (редактор).

Примечание. Запрещается в тексте сокращать обозначение физических величин, если они употребляются без цифр, например: диаметр в миллиметрах – правильно, диаметр в мм – неправильно.

После сокращения единиц измерения точку не ставят («5мм»).

В тексте ПЗ, за исключением формул, таблиц и рисунков, не допускается:

- применять знак минус (-) перед отрицательным значением величин (следует писать слово «минус»);
- применять знак « $\emptyset$ » для обозначения диаметра (следует писать «диаметр»);
- применять без числовых значений знаки, например > (больше), < (меньше), = (равно), $\geq$ (больше или равно), $\neq$ (неравно), а также знаки № (номер), и % (процент).

В тексте документа перед обозначением параметра дается его пояснение, например, «Глубина резания t ...».

При необходимости применения условных обозначений или знаков, не установленных стандартами, их следует пояснять в тексте или в перечне обозначений (перед списком источников), выделив в отдельный раздел под заголовком «Перечень условных обозначений».

В тексте следует применять стандартизированные единицы физических величин по ГОСТ 8.417.

Наряду с единицами СИ, при необходимости, в скобках указываются единицы ранее применявшихся систем. Применение в одном документе разных систем обозначений физических величин не допускается.

Отвлечённые числа до десяти пишутся в тексте словами, больше десяти – цифрами.

Примеры:

- провести две линии;
- отобрать 25 изделий на контроль.

Если в тексте приводится ряд числовых значений, выраженных в одной размерности, то ее указывают только после последнего числа ряда, например, 1,50; 1,75; 2,00 мм.

Если в тексте приводится диапазон числовых данных в одной размерности, то обозначение единицы физической величины указывается после последнего числа диапазона.

Примеры:

- от 1 до 5 мм;

- от минус 10 до плюс 50⁰С.

Приводя наибольшее, наименьшее или допустимые значения величин, следует применять словосочетания «должно быть не более (не менее)...».

Дробные числа необходимо приводить в виде десятичных дробей. При невозможности выразить числовое значение в виде десятичной дроби допускается его записывать в виде простой дроби в одну строчку через косую линию, например 5/32.

8.6 Расчёты и запись формул

В начале расчёта должна быть ссылка на источник, из которого заимствована методика расчёта и используемые в расчёте формулы, уравнения и соотношения.

Простые расчеты, состоящие из нескольких операций вычислений, допускается излагать в виде перечислений.

Пример:

Расчёт производится по методике [3] в следующей последовательности:

1) определяется длина рабочего хода l_{px} для каждого инструмента по формуле;

$$l_{px} = \dots$$

2) находится... и т.п.

Сложные расчёты с громоздкой последовательностью вычислений в составе нескольких формул, уравнений и соотношений рекомендуется разбивать на логические части с заголовками или излагать в логической последовательности и таким образом, чтобы материал воспринимался как сплошной текст с соблюдением правил орфографии.

Если отдельные операции (действия) расчета не подразделяются на нумеруемые подпункты, то текст должен излагаться в связанной последовательности. При этом следует текст расчета сопровождать словами: «сначала», «затем», «далее», «потом», «из выражения», «таким образом», «итак» и т.п.

Небольшие выражения (формулы) допускается размещать внутри текста. Формулы и отдельные символы внутри текста в скобки или кавычки не заключаются, например: «Длина перебега $l_{пер}$ определяется...». В большинстве случаев формулы, соотношения и уравнения записываются с отдельной строки, симметрично тексту.

Пояснение символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, приводится непосредственно под формулой. Пояснение каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснений должна начинаться со слов «где» без двоеточия после него.

Для лаконичности записи рекомендуется в пояснении приводить числовые значения символов и при необходимости указывать, откуда они берутся (заимствуются).

Пример. Основное время на переход при точении определяется по формуле:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S} \cdot i \text{ мин},$$

где L - длина пути, проходимого инструментом в направлении подачи, в мм;
n - число оборотов шпинделя в минуту;

S - подача инструмента в мм/об;

i - число проходов.

8.7 Иллюстрации

Все иллюстрации в пояснительной записке курсового проекта следует выполнять черными чернилами (пастой) на белой бумаге или методом светокопирования, электрографии, фотографии, либо с помощью текстового или графического редакторов на ЭВМ.

Все иллюстрации в ПЗ (схемы, алгоритмы, временные диаграммы, графики и пр.) именуются рисунками и условные обозначения на них должны соответствовать действующим стандартам.

Рисунки в ПЗ располагаются сразу после ссылки на них, за исключением случая, когда они выполняются в объеме отдельного листа. В этом случае они помещаются на следующей странице. Рисунки формата более А3 рекомендуется помещать в приложениях.

Расположение рисунков, должно быть таким, чтобы их можно было, рассматривать, не поворачивая ПЗ. Если рисунок выполняется вдоль листа, то его располагают так, чтобы для его рассмотрения потребовалось повернуть ПЗ по ходу часовой стрелки.

Рисунки, за исключением иллюстраций приложений, нумеруются арабскими цифрами сквозной нумерацией в пределах ПЗ или по разделам. Если рисунок один, то он обозначается "Рисунок 1".

Рисунки каждого приложения обозначают отдельной нумерацией с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например: Рисунок А.3.

Ссылки на рисунки дают по типу: "...приведено на рисунке 1.1". Ссылки на ранее упомянутые рисунки дают так: "... см. рисунок 1.1".

Рисунки, при необходимости, могут иметь наименования и пояснительные данные (подрисуночный текст). Слово "Рисунок" и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: "Рисунок 1.1 — Структурная схема...".

Если в тексте ПЗ при ссылке однозначно указано, что изображено на рисунке, то подрисуночная надпись (заголовок) не делается.

8.8 Построение таблиц

Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы, при его наличии, должно быть точным, кратким. Название следует помещать над таблицей. При переносе части таблицы на ту же или другие страницы название помещают только над первой частью таблицы.

Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц в соответствии с рисунком 8.

Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией в пределах ПЗ или раздела.

Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Если в документе одна таблица, она должна быть обозначена "Таблица 1" или "Таблица В. 1", если она приведена в приложении В.

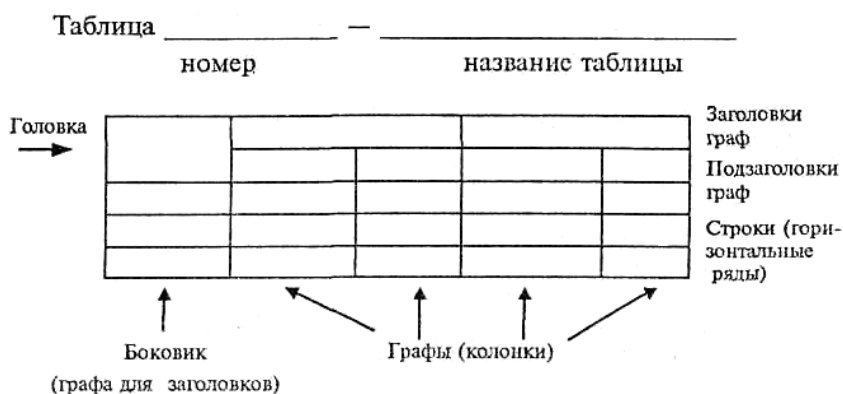


Рисунок 7

На все таблицы документа должны быть приведены ссылки в тексте документа; при ссылке следует писать слово "таблица" с указанием ее номера.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы, а подзаголовки граф — со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком; или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе.

Таблицы слева, справа и снизу, как правило, ограничивают линиями.

Разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями не допускается.

Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки таблиц, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей.

Заголовки граф записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф.

Головка таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы.

Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

Таблицу, в зависимости от ее размера, помещают сразу под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице, а при необходимости, в приложении к документу.

При наличии небольшого объема цифрового материала, его допускается давать текстом, располагая данные в виде колонок.

Пример.

Наибольший ход поперечных суппортов, мм
 нижних.....40
 верхних..... 35

Примеры и варианты более сложных форм таблиц приведены в ГОСТ 2.105 – 95.

8.9 Оформление приложений

Приложение оформляют как продолжение ПЗ на её последующих листах, сохраняя сквозную нумерацию страниц в пределах всей ПЗ. На все приложения должны быть ссылки в тексте ПЗ, а в содержании их перечисляют с указанием обозначения и заголовков. В приложениях помещают материалы, связанные с выполнением проекта, имеющие, как правило, самостоятельное значение и которые загромождают основной текст.

В приложения включаются текстовые материалы, оформленные как самостоятельные документы (распечатки программ, спецификации, технологические инструкции и т.п.).

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «ПРИЛОЖЕНИЕ», и его обозначения, а под ним в скобках (при

необходимости) для обязательного пишут слово «обязательное», а для информационного — «рекомендуемое» или «справочное».

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой под словом «ПРИЛОЖЕНИЕ».

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Е, З, И, О, Ч, Ъ, Ы, Ъ.

После слова «ПРИЛОЖЕНИЕ» следует буква, обозначающая его последовательность.

Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O.

В случае полного использования букв алфавита допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

Если в ПЗ одно приложение, оно обозначается «ПРИЛОЖЕНИЕ А».

Приложения, как правило, выполняются на листах формата А4. Допускается оформлять приложения на листах формата А3, А4х3, А4х4, А2 по ГОСТ 2.301.

Текст приложения может состоять из нескольких разделов, подразделов, пунктов и подпунктов, которые нумеруют в пределах каждого приложения, а вначале помещают лист «Содержание».

Приложения, выпускаемые в виде самостоятельного документа, например, альбом технологической документации, оформляют по общим правилам — с титульным листом, основной надписью, содержанием и т.д.

Приложения, состоящие из нескольких листов (в основном выполненные на бланках, формах и распечатки программ), могут иметь свой титульный лист. На титульном листе под названием приложения пишут прописными буквами слово «ПРИЛОЖЕНИЕ» и в скобках его характер (обязательное или справочное).

Если приложение выпускается в виде отдельной книги (части) проекта, то оно оформляется по ГОСТ 2.105—95.

9. ОЦЕНОЧНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

№ п/п	Критерии оценки	Методические рекомендации по оценочным показателям	Примечание
1	Качество профессиональных знаний	- Цели выполняемой работы; - научность и полнота, доступность и достаточность, последовательность излагаемого материала; - краткость и четкость изложения; - использование практического материала (по итогам практики)	Анализируется текстовая (описательная) часть КП
2	Качество выполнения практических заданий	- Обоснование выбранного метода (способа) расчетов и других практических работ; - умение грамотно применить формулы, образцы документов (материалов) и рекомендаций; - порядок, последовательность (алгоритм) действий, этапов, операций, приемов работы и т.д.	Анализируется расчетная часть и другие практические задания
3	Качество иллюстрированного (наглядного, графического) материала	- Профессиональные навыки при выполнении (подборе) наглядного материала (чертежи, рисунки, схемы, модели, макеты, фотографии, графики и т.д.);	Анализируется наглядная часть КП

		- их соответствие, разнообразие и достаточность в раскрытии темы, условий работы, особенностей производства (отрасли) и т.д.; - техническая грамотность и четкость исполнения	
4	Эффективность работы	- Практическая направленность и значимость работы, возможности реализации в условиях работы производства (отрасли); - Новизна и неординарность практических предложений	Анализируются итоги, выводы, предложения
5	Взаимосвязь различных разделов КП	- Соответствие описанной, расчетной и наглядно-иллюстрированной частей проекта: ссылки на отдельные показатели, части, элементы, их обоснованность и грамотность	Анализируется комплекс выполненных работ
6	Качество оформления КП	- Наличие и качество излагаемого материала (содержание) КП; - соответствие плана изложению; - соблюдение требований ЕСКД, ЕСТД; - наличие, достаточность и разнообразие использованной литературы (источников информации)	
7	Исполнительная дисциплина	-Выполнение индивидуального графика работы; - ритмичность работы; - самостоятельность исполнения разделов (частей, элементов, приемов работы)	

10 ЗАЩИТА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

При просмотре законченного курсового проекта руководитель отмечает все замечания на полях пояснительной записки и графических документов, которые должны быть учтены автором проекта.

Если необходимо представить дополнительные пояснения и расчеты, которые могут потребоваться в отдельных случаях, то их надлежит помещать на обороте предыдущей страницы.

После исправления замечаний руководителя студент подписывает титульный лист (Приложение В), заглавный лист пояснительной записки и графические документы. По признанию годным для защиты проект подписывается руководителем и выдается студенту с отзывом (Приложение Б).

Как правило, защита курсовых проектов начинается за две недели до окончания семестра. График защиты составляется в соответствии со сроками выполнения проектов, указанными в заданиях на курсовое проектирование и заблаговременно доводится до общего сведения.

Прием выполненных курсовых проектов производится в порядке открытой защиты или в виде учебной конференции с широким участием студентов. Защита курсового проекта является важным контрольным этапом оценки умения студента. На защиту курсового проекта отводится 10...15 минут. В своем докладе студент сообщает:

- содержание выполненной им работы; выбор заготовки; последовательность технологического процесса изготовления данной детали (изделия);
- выбор оборудования, режущего и мерительного инструмента;
- разработка управляющие программы обработки деталей;
- использование системы автоматизированного проектирования технологических процессов обработки деталей.

На защите курсовых проектов могут присутствовать преподаватели общепрофессиональных и специальных дисциплин и предлагать свои вопросы студентам по теме курсового проекта. Защиту курсовых проектов по реальной тематике целесообразно проводить на предприятии с привлечением специалистов-производственников, занимающихся данными вопросами.

Студенты, участвующие в коллективном курсовом проектировании, представляют самостоятельно выполненный проект и участвуют в коллективной защите.

Ответы на вопросы должны быть продуманы. Они должны подтверждать общую техническую грамотность и культуру студента, его высокую теоретическую подготовку и понимание решаемых в проекте задач.

Защита курсовых проектов дает возможность студентам глубже осознать свою проделанную работу, приобрести необходимый опыт для защиты своих решений и подготовиться к защите дипломных проектов.

Приложение А (справочное)
Форма и пример заполнения бланка задания на курсовое
проектирование

ГАПОУ ПО «Пензенский многопрофильный колледж»
Отделение машиностроения и промышленных технологий

УТВЕРЖДАЮ
Начальник отделения
_____ Т.А. Дадаева
«_____» _____ 20__г.

ЗАДАНИЕ

на курсовое проектирование по профессиональному модулю
ПМ. 01 «Разработка технологических процессов изготовления деталей машин»

студенту (ке) группы 11ОПТ15К Иванову Ивану Ивановичу

ТЕМА ЗАДАНИЯ

«Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал» с
использованием станков с программным управлением»

Курсовой проект состоит из трех частей:

1. Графическая часть
2. Пояснительная записка
3. Комплект технологической документации

Графическая часть(2 листа)

1 лист: чертеж детали (формат А3)

2 лист: технологическая наладка станка на одну операцию (формат А1)

Пояснительная записка(35 - 40 листов, формат А4)

Титульный лист

Задание на курсовое проектирование

Реферат (лист с основной надписью по ГОСТ 2.104-83 форма 2)

Содержание (лист с основной надписью по ГОСТ 2.104-83 форма 2а)

Введение

1 Анализ конструкции детали

2. Определение типа производства и его характеристика

3. Выбор вида и обоснование способа получения заготовки

4. Разработка маршрута технологического процесса механической обработки детали

4.1. Выбор станочного оборудования

4.2. Выбор режущего инструмента

4.3. Выбор методов контроля

5. Выбор и расчет режимов резания

6. Нормирование операций технологического процесса

7. Проектирование управляющей программы для обработки детали на станках с программным управлением

Заключение
Список сокращений и обозначений (при наличии)
Перечень используемых терминов (при наличии)
Список использованных источников
Приложение

Комплект технологической документации

Титульный лист
Маршрутная карта технологического процесса
Операционные карты механической обработки
Карты эскизов

Р.С.Отзыв руководителя не подшивается (вкладывается в пояснительную записку)

Дата выдачи задания: 05.09.2016 г.

Срок окончания работы над проектом: 30.12.2016 г.

Руководитель проекта _____ /И.И. Новикова/

Задание рассмотрено на заседании цикловой комиссии
Протокол № 2 от «3» сентября 2015г.

Председатель цикловой комиссии _____ /Н.Е. Мельников/

Приложение Б (справочное)
Форма отзыва руководителя на курсовое проектирование

ГАПОУ ПО «Пензенский многопрофильный колледж»
Отделение машиностроения и промышленных технологий

ОТЗЫВ

на работу над курсовым проектом по профессиональному модулю
ПМ. 01 «Разработка технологических процессов изготовления деталей машин»

студента (ки) группы _____

Фамилия _____ Имя _____ Отчество _____

Тема: _____

1. Соответствие проекта заданию на проектирование _____

2. Оценка степени самостоятельности при выполнении проекта

3. Оценка умений анализировать, обобщать, делать выводы и оформлять полученные
результаты _____

4. Оценка возможности практического использования материалов курсового проекта

5. Возможность допуска проекта к защите _____

Руководитель проекта _____ /И.О.Ф./