

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОМЫШЛЕННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Курсовой проект. Экзамен

Методические указания
для студентов направления подготовки
15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
заочной формы обучения

Составители:

В. П. Соколов

А. С. Гренишин

Н. В. Рокотов

Санкт-Петербург
2017

Оглавление

Введение	3
1. Содержание и объем курсового проекта.....	3
2. Общие положения	4
3. Назначение и конструктивные особенности детали.....	5
4. Анализ технологичности конструкции детали.....	5
5. Проектирование технологического процесса обработки детали	6
5.1. Определение типа производства.....	6
5.2. Выбор заготовки	7
5.3. Разработка технологического маршрута	8
5.4. Разработка технологических операций.....	9
5.5. Определение припусков на обработку	11
5.6. Выбор оборудования и технологической оснастки	11
5.7. Выбор режущего и контрольно-измерительного инструментов.....	11
5.8. Расчет режимов обработки и нормирование операций	12
6. Проектирование технологической оснастки	12
6.1. Режущий инструмент	12
6.2. Контрольно-измерительный инструмент	13
6.3. Станочные приспособления	13
7. Оформление технологической документации	14
8. Порядок выполнения и защиты	16
9. Перечень вопросов к экзамену.....	16
Рекомендуемая литература.....	18
Приложение А. Примерная структура расчетно-пояснительной записки	19
Приложение Б. Пример заполнения маршрутной карты (форма 1).....	20
Приложение В. Пример оформления операционной карты (форма 2 – эскизная)	21
Приложение Г. Пример оформления операционной карты (форма 3 – безэскизная)	23
Приложение Д. Пример оформления карты эскизов (форма 7а)	24

Введение

Проектирование в области технологии машиностроения является важным этапом подготовки к профессиональной деятельности студентов направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» заочной формы обучения. Курсовой проект, как вид самостоятельной работы студентов, является одним из элементов этой подготовки.

На основе знаний, умений и навыков, полученных при изучении теоретического курса [1–6] и во время прохождения производственной практики, перед студентом ставится задача самостоятельно разработать технологический процесс изготовления изделия (детали), выполнить необходимые технологические расчеты и оформить технологическую документацию.

В процессе выполнения задания студенту необходимы глубокие знания, умения и навыки в области материаловедения и термической обработки, технологии конструкционных материалов, метрологии и стандартизации, деталей машин и ряда других смежных дисциплин.

Работу рекомендуется выполнять на основе материалов, собранных при прохождении производственных практик, с учетом реальных задач и возможных перспектив развития производства.

1. Содержание и объем курсового проекта

Содержание и объем курсового проекта определяются руководителем и оформляются в виде соответствующего задания на проектирование.

Расчетная часть проекта должна иметь объем не более 20 страниц текста, набранного на ЭВМ в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2001. Примерная структура пояснительной записки к курсовому проекту приведена в *приложении А*. Текст должен быть ясным, кратким и стилистически выдержанным. Записи (надписи) карандашом и произвольные сокращения слов не допускаются. При использовании формул и справочных данных обязательна ссылка на литературные источники, например, [5], [11, с. 51, табл. 2]. Литературные источники описываются в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003. Результаты однотипных расчетов следует сводить в таблицы. Каждый раздел работы завершается краткими выводами или заключением.

Графическая часть проекта составляет 2—2,5 листа формата А4 по ГОСТ 2.301-88 или распечатку на принтере в необходимом масштабе. В зависимости от объема задания графическая часть может содержать:

- чертеж детали;
- чертеж заготовки;
- чертеж режущего инструмента;
- чертеж контрольно-измерительного инструмента;
- операционные эскизы или эскизы технологических наладок;
- чертеж(и) станочного приспособления для механической обработки.

Чертежи выполняются на компьютере с последующей распечаткой на принтере (полностью или частично) в соответствии с требованиями действующих стандартов ЕСКД.

Разработку технологического процесса и графической части проекта на компьютере рекомендуется производить, используя программное обеспечение «ВЕРТИКАЛЬ».

2. Общие положения

Задача разработки технологического процесса изготовления детали заключается в нахождении для заданных производственных условий оптимального варианта перехода от полуфабриката, поставляемого на предприятие, к готовой детали. Разработанный вариант должен обеспечивать требуемое качество детали при ее минимальной себестоимости.

Технологический процесс изготовления детали рекомендуется разрабатывать в следующей последовательности:

- изучить по чертежам служебное назначение детали и проанализировать соответствие ему норм точности и технических требований;
- определить количество деталей, подлежащих изготовлению в единицу времени, определить тип производства;
- выбрать технологический процесс получения заготовки и полуфабрикат, из которого она должна быть изготовлена;
- обосновать выбор технологических баз и установить последовательность обработки поверхностей заготовки;
- выбрать способы обработки поверхностей заготовки и установить число переходов при обработке каждой поверхности исходя из требований к качеству детали;
- рассчитать припуски на механическую обработку;
- выполнить чертеж заготовки;
- сформировать операции из переходов и выбрать оборудование для их осуществления;
- выявить необходимую технологическую оснастку и инструменты для выполнения каждой операции;
- выбрать режимы обработки, обеспечивающие требуемое качество детали и производительность;
- разработать другие варианты технологического процесса изготовления детали, рассчитать их эффективность и выбрать наиболее экономичный вариант;
- оформить технологическую документацию.

Разработка технологического процесса требует от студента глубоких знаний о свойствах материалов, в т. ч. и об их технологических свойствах, о методах и оборудовании для достижения требуемой точности обработки, режущем и

контрольно-измерительном инструменте, роли термической обработки в построении технологического процесса.

Исходными данными для разработки техпроцесса являются: рабочий чертеж детали и технические требования к ней, годовая производственная программа и другие условия по указанию руководителя.

3. Назначение и конструктивные особенности детали

В разделе приводится краткое описание узла (механизма) изделия, в который входит данная деталь, ее функциональное назначение, характер и величина действующих на нее нагрузок, температурный режим и другие условия. С учетом перечисленных параметров производится анализ рабочего чертежа детали, обоснованность дополнительных технических требований на ее изготовление, корректность простановки размеров.

В результате необходимо выявить наиболее ответственные и второстепенные поверхности детали, обосновать соответствующие требования к точности, твердости, структуре, шероховатости и другим параметрам этих поверхностей. На основании такого анализа может быть обоснован выбор материала детали, его свойства, вид термической обработки.

Важным результатом данной работы должен быть выбор возможного метода (методов) получения заготовки детали: литые, штамповка (поковка), прокат, сварная конструкция и т. д., детальная проработка вопроса выбора заготовки должна быть выполнена в соответствующем разделе.

Данные по химическому составу и механическим свойствам выбранного материала сводятся в таблицу(ы).

4. Анализ технологичности конструкции детали

Анализ и отработка детали на технологичность выполняется по общим правилам, установленным ГОСТ 14.201-83 и ГОСТ 14.205-83.

Основной целью анализа является максимально возможное снижение трудоемкости обработки и металлоемкости детали без ущерба для ее функционального назначения.

При выполнении данного этапа работы необходимо проанализировать следующие вопросы:

- возможность изменения конструкции детали с целью устранения технологических трудностей при обработке и выбора более рационального метода получения заготовки детали;
- целесообразность замены материала детали на более экономичный;
- способы уменьшения коробления деталей, подвергающихся термической обработке;
- пути повышения качества поверхностей, предназначенных для базирования при механической обработке;

- возможность совмещения технологических и измерительных баз в процессе изготовления детали и, связанный с этим, вопрос простановки конструктивных размеров между поверхностями детали;

- возможность применения высокопроизводительных методов обработки поверхностей деталей и др.

При анализе технологичности конструкции деталей рекомендуется также использовать учебники и справочную литературу.

5. Проектирование технологического процесса обработки детали

5.1. Определение типа производства

Определение типа производств позволяет оценить целесообразность использования средств автоматизации, универсальной или специальной технологической оснастки, инструмента, задать уровень разработки техпроцесса и другие параметры.

Тип производства определяется в три этапа:

1. На первом этапе тип производства ориентировочно определяется на основании заданной программы выпуска изделий и массы детали (*таблица*).

2. После пооперационной разработки технологического процесса тип производства должен быть уточнен по величине коэффициента серийности K :

- для массового производства $0,1 < K_c < 1$;
- для крупносерийного. $K_c = 2...10$;
- для среднесерийного $K_c = 10...20$;
- для мелкосерийного $K_c > 20$;
- для единичного производства расчет коэффициента K не производится.

Т а б л и ц а . Определение типа производства

Тип производства	Годовой объем выпуска деталей одного наименования, шт.		
	Легкие (до 5 кг)	Средние (5...20 кг)	Тяжелые (св. 20 кг)
Единичное	до 100	до 10	1...5
Мелкосерийное	100...500	10...200	6...100
Среднесерийное	500...5000	200...500	100...300
Крупносерийное	5000...50000	500...5000	300...1000
Массовое	св. 50000	св. 5000	св. 1000

Значение коэффициента серийности определяется по формуле

$$K_c = \frac{t_b}{T_{шт}}, \quad (1)$$

где t_b – такт выпуска, мин;
 $T_{шт}$ – время, затрачиваемое на изготовление одной детали, мин;

$$T_{шт} = \sum_i \frac{T_{шкi}}{n}, \quad (2)$$

где $T_{шкi}$ – штучно-калькуляционное время выполнения каждой операции, мин;

n – число операций механической обработки детали.

Величина такта выпуска, мин/шт., рассчитывается по формуле

$$t_b = \frac{F_d \cdot 60}{N}, \quad (3)$$

где F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования при одно- или двухсменной работе, час;

N – годовая программа выпуска деталей, шт.

Если годовая программа выпуска задана в *изделиях*, то программа выпуска деталей рассчитывается по формуле

$$N = N_1 m \left(1 + \frac{\beta}{100} \right), \quad (4)$$

где N_1 – годовая программа выпуска изделий, шт.;

m – количество деталей данного наименования на одно изделие, шт.;

β – количество запасных деталей на годовую программу, %.

3. Окончательно тип производства на всю номенклатуру обрабатываемых деталей определяется по величине коэффициента закрепления операций K_{30} в соответствии с ГОСТ 14.004-83.

5.2. Выбор заготовки

Задачей данного этапа является нахождение кратчайшего и наиболее экономичного пути превращения полуфабриката (слитков, чушек, проката черных и цветных металлов, порошковых и гранулированных материалов и т. д.) в готовую деталь. Наиболее рациональный путь для этого – превращение полуфабриката в заготовку, а затем заготовки – в готовую деталь.

Главными факторами, от которых зависит выбор технологического процесса получения заготовки, являются следующие:

- конструктивные формы готовой детали;
- материал, из которого должна быть изготовлена деталь;
- размеры и масса заготовка;

- программа выпуска детали в единицу времени и объемы партий;
- стоимость полуфабриката, используемого для получения заготовки;
- себестоимость заготовки, получаемой выбранным способом;
- расход материала и себестоимость превращения заготовки в готовую деталь.

Необходимо учитывать, что способ получения заготовок в значительной мере предопределяется конструкцией детали, ее материалом, типом производства. Таким образом, выбор вида заготовки, по существу, происходит в процессе конструирования детали с учетом ее прочности, износостойкости или других показателей эксплуатационных свойств, исходя из влияния на эти показатели конкретного способа получения заготовки.

Данные по основным способам получения заготовок в машиностроении и их параметрам приведены в литературе [1-6].

При выполнении задания, решение вопроса о выборе заготовки рекомендуется производить на основании сравнительной технико-экономической оценки базового (производственного) и предлагаемого вида заготовки по коэффициенту использования материала $K_{им}$ и по стоимости годовой программы их выпуска.

Коэффициент использования материала $K_{им}$ определяется следующим образом

$$K_{им} = \frac{m_d}{m_3}, \quad (5)$$

где: m_d — масса детали, кг.;

m_3 — масса заготовки, кг.

Данные по базовой стоимости различных способов получения заготовок рекомендуется получить на предприятии или на кафедре экономики и управления производством.

Чертеж заготовки выполняется в соответствии с рекомендациями соответствующих стандартов или методической литературы.

5.3. Разработка технологического маршрута

Первоначальным этапом разработки технологического маршрута является выбор технологических баз, т.к. это в первую очередь указывает на то, с чего должна быть начата обработка заготовки. Поэтому рекомендуется производить выбор технологических баз в два этапа:

- сначала выбираются технологические базы, необходимые для получения наиболее ответственных размеров детали и используемые при обработке максимального числа поверхностей заготовки;
- затем на основании этих данных решается вопрос о базировании заготовки на первой или первых операциях технологического процесса.

Определение последовательности технологических операций производится с учетом следующих соображений:

- в первую очередь выполняются операции обработки поверхностей, которые принимаются за установочные технологические базы для последующих операций;
- затем выполняются операции черновой обработки поверхностей, имеющих максимальные припуски;
- на второй стадии выполняются операции получистовой и чистовой обработки, в результате которых завершается обработка одних поверхностей или происходит подготовка других поверхностей к их более точной (отделочной) обработке (10–12 квалитет, R_a 6,3...3,2 мкм);
- на третьей стадии выполняются операции отделочной обработки (6–7 квалитет, R_a 1,6...0,32 мкм);
- в конце маршрута рекомендуется выполнять операции обработки легко повреждаемых поверхностей (резьбы, мелкие отверстия и т. д.), определить место операций термической обработки в технологическом процессе в зависимости от ее назначения и требуемой твердости материала.

При выполнении задания разрабатываются не менее двух вариантов технологического маршрута обработки детали, и проводится их технико-экономическое сравнение по величине суммарной трудоемкости операций ($T_{\text{шк}}$).

Для выбранного наименее трудоемкого технологического маршрута заполняется маршрутная карта технологического процесса по ГОСТ 3.1118-82 и в соответствии с методическими указаниями.

5.4. Разработка технологических операций

На данном этапе определяется окончательная структура каждой операции: установки, позиции, технологические переходы, рабочие ходы. Рассматриваются и уточняются варианты построения операций с точки зрения максимального сокращения штучного времени.

К основным факторам, влияющим на формирование операций, т.е. целесообразность разделения или, наоборот, объединения переходов, относится необходимость:

- разделения технологического процесса на отдельные стадии (предварительная и окончательная обработка), выполнение которых необходимо на отдельных операциях.
- смены технологических баз.
- выполнения обработки нескольких поверхностей с одной установки.
- разделения процессов обработки, отличающихся своей физической сущностью.

- учета типа производства и выбираемой формы организации производственного процесса.

Проектирование технологических операций рекомендуется начинать с решения задачи по выбору наиболее рациональных методов обработки поверхностей детали с целью определения самого короткого и экономичного пути превращения заготовки в деталь с заданными качественными показателями [3].

Поэтому на первом этапе проектирования для каждой поверхности в зависимости от ее формы, заданной точности размеров, шероховатости, твердости поверхностного слоя и других параметров устанавливается *окончательный (отделочный) метод обработки*.

Затем, в зависимости от вида заготовки (точности ее размеров, характера, свойств поверхностного слоя и др.) выбирают *начальный (черновой) метод обработки*. Если, например, точность размеров заготовки невысока, то обработку данной поверхности начинают с черновой обработки. Обработку заготовки высокой точности (полученной, например, литьем под давлением) можно начинать с чистовых, а в некоторых случаях и с отделочных методов.

Основываясь на завершающем и начальном методах обработки, устанавливают *промежуточные методы*. При этом необходимо исходить из того, что каждый последующий метод обработки должен повышать точность обрабатываемой поверхности, т. е. соблюдать принцип последовательного повышения точности обработки поверхностей.

Для технологических процессов единичного и мелкосерийного производства рекомендуются операции, построенные по принципу их концентрации, т. е. сокращающие число установов заготовок, что связано с применением многоинструментальных и многоместных обработок.

В крупносерийном и массовом производстве принцип концентрации рекомендуется при использовании полуавтоматов, многошпиндельных автоматов, станков с ЧПУ.

Принцип дифференциации операций необходимо применять в крупносерийном и массовом производствах для обработки деталей на автоматических и поточных линиях.

Выбор методов обработки поверхностей рекомендуется производить с учетом данных по средней экономической точности различных методов механической обработки.

В пояснительной записке по заданию руководителя приводятся структурные схемы последовательности обработки *основных поверхностей* детали.

При разработке каждой технологической операции необходимо помнить, что сначала разрабатываются, оформляются и согласовываются с руководителем операционные эскизы, а только потом заполняются текстовые операционные карты.

Пример заполнения эскизной операционной карты (форма 2) приведен в приложении Д настоящих методических указаний.

5.5. Определение припусков на обработку

Назначение оптимальных припусков на обработку необходимо для обоснованного определения размеров и веса исходной заготовки детали, расчета режимов резания и норм времени на выполнение операций механической обработки. Завышенные припуски приводят к увеличению трудоемкости и, следовательно, себестоимости детали. Заниженные припуски не обеспечивают требуемого качества изготавливаемых деталей и создают неприемлемые условия для работы режущего инструмента, например, по окалине или литейной корне.

Величина припусков определяется опытно-статистическим (табличным) и расчетно-аналитическим методами.

При выполнении данного раздела на одну-две обрабатываемые поверхности (по указанию руководителя) производится аналитический расчет припусков.

Для остальных поверхностей припусков на обработку следует определять по соответствующим государственным стандартам и справочникам.

С учетом полученных результатов выполняется чертеж заготовки детали в соответствии с действующими государственными стандартами. На чертеже необходимо указать размеры заготовки, их допускаемые отклонения, шероховатость поверхностей и технические требования на данный вид заготовки, включая термическую обработку.

5.6. Выбор оборудования и технологической оснастки

Металлорежущее оборудование выбирается с учетом габаритных размеров заготовки, формы обрабатываемых поверхностей, обеспечения требуемой точности, шероховатости поверхности и производительности обработки.

Для каждой операции необходимо указать: наименование, модель и краткие технические характеристики станка.

Выбор станочных приспособлений, необходимых для выполнения операций, производится одновременно с выбором модели станка. Приспособления выбираются в зависимости от типа производства. В целях повышения производительности следует применять многоместную, кассетную, поворотную, автоматизированную оснастку с быстродействующими приводами.

Типовые конструкции приспособлений приведены в специальной литературе.

5.7. Выбор режущего и контрольно-измерительного инструментов

Режущий инструмент (тип, конструкция, материал режущей части) выбирается с учетом материала заготовки, типа производства, формы обрабатываемой поверхности, ее размеров, точности и шероховатости поверхности. В первую очередь необходимо использовать стандартный режущий инструмент,

оснащенный пластинками из соответствующих обрабатываемому материалу твердых сплавов или быстрорежущих сталей.

Для режущего инструмента указывается его наименование, материал режущей части и обозначение по стандарту. Эти данные заносятся в соответствующую графу операционных карт.

Измерительный инструмент выбирается для контроля поверхности в зависимости от ее формы, точности и шероховатости, типа производства.

Универсальные измерительные инструменты применяют, в основном, в единичном и мелкосерийном производстве для серийного и массового производства используются предельные калибры, специальные инструменты и приборы, автоматизированные средства контроля.

При выборе измерительных средств следует пользоваться справочной литературой.

5.8. Расчет режимов обработки и нормирование операций

При назначении режимов следует учитывать: требования к качеству детали, свойства материала заготовки, свойства материала и геометрические параметры режущей части инструмента, возможности выбранного технологического оборудования.

Режимы обработки (глубина, подача, скорость резания) определяются по операционно для каждого перехода.

Для двух-трех характерных переходов механической обработки (по согласованию с руководителем) производится аналитический расчет режимов резания для соответствующих методов обработки.

Для всех остальных переходов (операций) допускается табличный выбор режимов по справочной литературе.

Расчетные или табличные значения скоростей резания и подач корректируются (в сторону ближайших меньших значений) в соответствии с фактическими числами оборотов шпинделя данной модели станка и фактическими значениями его подач.

На основании фактических значений параметров режимов обработки для каждого перехода рассчитывается основное время (T_0), которое суммируется пооперационно.

6. Проектирование технологической оснастки

6.1. Режущий инструмент

В курсовом проекте производится конструирование режущего инструмента в соответствии с заданием. При этом рекомендуется выбирать и рассчитывать стандартные и нормализованные конструкции режущего инструмента: резцы, фрезы, зенкеры, развертки и т. п. Проектирование специального режущего инструмента производится только в обоснованных случаях.

При описании режущего инструмента следует указать его полное название и назначение, пояснить конструкцию, способ установки и закрепления на станке.

При разработке конструкции режущего инструмента должны быть выбраны или рассчитаны геометрические параметры, форма и размеры инструмента, например, сечение державки резца, диаметр отверстия фрезы, размер конусного хвостовика сверла или зенкера, число зубьев, углы их заточки, величин затылования, шаг винтовой канавки, наружный и внутренний диаметры профиля резьбового инструмента и др.

Во всех случаях целесообразно обосновать выбор материала инструмента и выполнить расчеты на прочность наиболее ответственных его элементов.

Рабочий чертёж режущего инструмента выполняется после его расчёта. На чертеже указывают все данные, необходимые для изготовления и заточки инструмента: материал, твердость режущей части и ее геометрия, качество и точность поверхностей, содержание маркировки и место её нанесения, другие необходимые данные.

При выборе типа режущего инструмента, расчете его геометрических параметров назначении технических требований и выполнения рабочего чертежа целесообразно пользоваться специальной технической литературой, справочниками и стандартами.

6.2. Контрольно-измерительный инструмент

При выполнении курсового проекта для одной из операций (перехода) разрабатываемого технологического процесса проектируется контрольный инструмент. Для этого рекомендуется выбирать стандартные конструкции предельных калибров: резьбовые, шлицевые и шпоночные калибры, шаблоны для контроля глубин и высот уступов, калибры для контроля конусов или длин, пространственные калибры для проверки межосевого расстояния, соосности и параллельности осей отверстий, перпендикулярности поверхностей и т. п.

Стандартные гладкие калибры – пробки и скобы в курсовом проекте рекомендуется разрабатывать только в исключительных случаях.

Контрольно-измерительные приборы и приспособления рассматриваются, как правило, только в технологической части выпускных квалификационных работ.

6.3. Станочные приспособления

К проектированию приспособлений приступают после окончательной разработки технологического процесса. Исходными данными для проектирования являются чертёж обрабатываемой детали (заготовки), размер годовой программы выпуска изделия, сведения о режимах резания и применяемом оборудовании, комплекты чертежей нормализованных и стандартизованных деталей и сборочных единиц приспособлений. Задача сводится к тому, чтобы из извест-

ных элементов приспособлений скомпоновать наиболее выгодный для данных условий вариант конструкции приспособления.

Приспособление проектируется в следующем порядке:

- уточняется схема установки детали, определяется конкретное расположение точек базирования и точек приложения усилий зажима;
- составляется схема действия на деталь сил резания, зажимных усилий и реакций опор;
- производится расчет усилий зажима обрабатываемой детали;
- выбирается конструкция зажимного устройства и определяются основные его размеры;
- устанавливаются тип и размеры деталей для направления и контроля положения режущего инструмента (кондукторные втулки, установы и т. п.);
- разрабатывается конструкция приспособления в виде эскиза (сборочный чертеж, как правило, делается в выпускной квалификационной работе), содержащего необходимое число проекций, разрезов, сечений, желательно в масштабе 1:1, с простановкой всех размеров и посадок, поясняющих принцип действия, последовательность сборки и разборки приспособления;
- производится расчет точности основных координирующих размеров приспособления, то есть тех, которые определяют положение поверхностей деталей при их обработке в данном приспособлении, (например, расстояние от установочных до обрабатываемых поверхностей, расстояние между центрами обрабатываемых отверстий и т. п.).

При работе над проектированием приспособления не допускается перечерчивания действующих или разработанных на заводе конструкций приспособлений без какого-либо целесообразного их изменения или улучшения. Приспособления для серийного производства должны предусматривать возможность групповой обработки деталей. Наряду с этим, в них должны быть использованы достоинства приспособлений массового производства, такие как быстродействующие зажимы, способы быстрой установки и выверки детали, элементы для быстрой установки, выверки или направления режущего инструмента и т. п.

В расчетно-пояснительной записке приводится описание конструкции и принципа действия разработанного приспособления, а также расчеты для определения силы зажима детали и точности изготовления основных элементов приспособления.

7. Оформление технологической документации

Разработка технологического процесса механической обработки детали завершается составлением и оформлением комплекта документов технологического процесса.

Назначение технологической документации заключается в том, чтобы дать исчерпывающую информацию о строении технологического процесса,

оборудовании, инструментах, режимах обработки, трудоемкости операций и детали в целом.

Состав карт и формы, входящих в комплект документов зависят от вида разработанного технологического процесса (единичный, типовой или групповой) и типа производства.

В маршрутном технологическом процессе, применяемом в единичном и мелкосерийном производстве, содержание операций излагается только *в маршрутной карте* без указания технологических переходов. Форма и пример заполнения маршрутной карты (форма 1) в соответствии с ГОСТ 3.1118-82 приведены в *приложении Б* и в методических указаниях.

В операционном технологическом процессе маршрутная карта *содержит только наименование всех операций* в технологической последовательности, включая контроль и перемещение, перечень документов, применяемых при выполнении операции, технологическое оборудование и трудозатраты. Сами операции разрабатываются на операционных картах. Такая форма заполнения применяется в крупносерийном и массовом типах производства.

Формы и пример заполнения *операционной карты* в соответствии с ГОСТ 3.1404—86 приведены в *приложениях В* (форма 2 – с эскизом), *Г* (форма 3 – без эскиза) и в методических указаниях по оформлению технологической документации.

В маршрутно-операционном технологическом процессе краткое описание содержания отдельных операций дается в маршрутной карте, а остальные операции оформляются на операционных картах.

На карте эскизов (ГОСТ 1105-84, форма 7а) представляется наглядная информация о выполняемой технологической операции (*приложение Д*).

Эскизы выполняются в масштабе или без его соблюдения, но с примерным соблюдением пропорций.

На каждом эскизе необходимо указать:

1. Заготовку в рабочем положении, причем ее контур изображается в таком виде, в каком она получается после выполнения данной операции или установа. Если операция выполняется за несколько установов, то эскиз оформляется на каждый установ отдельно. В этом случае каждому эскизу присваивается номер операции и через дефис — номер вспомогательного перехода на перезакрепление заготовки. Например, 015-1, 030-2 и т. п.

2. Поверхности, обрабатываемые на данной операции, выделяются утолщенными линиями (2S).

3. Условные обозначения опор, установочных устройств, зажимов выполняются согласно ГОСТ 3.1107-81. Допускается использование литературы, содержащей сведения из этого стандарта.

4. Размеры, получаемые на данной операции с указанием точности и шероховатости. *На эскизе проставляются исключительно те размеры, которые обеспечиваются на данной операции.*

5. Габаритные размеры заготовки в качестве справочных данных.

6. Допуски на погрешность формы, взаимного расположения поверхностей, если это необходимо обеспечить на данной операции.

7. Режущий инструмент показывается в упрощенном виде в исходной для обработки позиции.

В курсовом проекте один-два эскиза по согласованию с руководителем оформляются на листе формата А3 (А2) в виде эскизов технологических наладок (п. 6.3).

Степень детализации технологического процесса (маршрутная, операционная или маршрутно-операционная) согласовывается с руководителем.

8. Порядок выполнения и защиты

Для решения конкретных задач, возникающих в ходе курсового проектирования, в течение всего семестра по расписанию проводятся групповые практические занятия, посещение которых для студентов является обязательным.

Кроме того, каждый студент обеспечивается индивидуальными консультациями на протяжении семестра по расписанию, назначаемому руководителем проекта. При этом задачей руководителя проекта является только направление *самостоятельной работы студента*, решающего поставленную задачу с учетом современных достижений технологии машиностроения.

К защите курсового проекта допускаются студенты, полностью выполнившие весь объем работ, предусмотренный заданием на проектирование. Все листы чертежей и пояснительная записка должны быть подписаны студентом и иметь дату.

Защите предшествует просмотр руководителем чертежей и пояснительной записки. В случае соответствия объема и содержания проекта требованиям данных методических указаний руководитель подписывает чертежи и записку.

Курсовой проект защищается перед комиссией, состоящей из преподавателей кафедры. В процессе защиты студент должен кратко (5–6 минут) сообщить о содержании проекта, уделив особое внимание анализу разработанного технологического процесса и конструкции спроектированной оснастки.

9. Перечень вопросов к экзамену

№ п/п	Формулировка вопросов
1	Понятие о производственном процессе и его составных частях. Производственный состав машиностроительного завода легкой промышленности.
2	Виды и структура технологических процессов. Единичный, типовой и групповой техпроцессы.
3	Формы организации техпроцессов: групповая, поточная.
4	Структура техпроцесса: операция, установ, позиция, переход, рабочий ход.

5	Типы машиностроительных производств, их характеристика. Производственный цикл, такт и ритм выпуска.
6	Понятие о технологичности конструкции. Стадии отработки конструкции на технологичность.
7	Основные показатели технологичности изделия, технологичность сборки. Технологический контроль конструкторской документации.
8	Точность и технологические методы ее обеспечения. Параметры оценки точности размеров, формы и взаимного расположения поверхностей.
9	Жесткость технологической системы станок – приспособление – инструмент – деталь (СПИД). Методы определения жесткости системы.
10	Геометрические параметры поверхности. Влияние технологических факторов на качество поверхностного слоя.
11	Понятие о базах, классификация баз. Базирование. Выбор баз, требования к базам. Принципы постоянства и совмещения баз. Влияние вида заготовок на качество технологических баз. Погрешность базирования.
12	Погрешности обработки. Основные технологические факторы, вызывающие погрешности обработки.
13	Определение суммарной погрешности обработки. Технологические методы управления точностью обработки.
14	Качество поверхности и эксплуатационные свойства изделий. Технологические способы повышения качества поверхностного слоя.
15	Припуск на механическую обработку. Методы определения припусков. Расчет операционных размеров и допусков.
16	Основные принципы технологического проектирования. Принцип технологичности конструкции.
17	Принципы концентрации и дифференциации технологических операций, постоянства и совмещения баз.
18	Исходные данные и последовательность проектирования технологических процессов. Составление технологического маршрута обработки деталей. Проектирование технологических операций. Расчет режимов обработки.
19	Понятие и стадии технологической подготовки (ГОСТ 2.103-88 ЕСКД, ГОСТ Р 15.00-94 СРПП). Цель и порядок проведения. ТПП единичных и серийных изделий.
20	Классификация деталей машин. Типизация технологических процессов их изготовления.
21	Основные структурные элементы и технологическое оборудование гибких производственных систем (ГПС) механической обработки. Особенности систем контроля в ГПС. Комплексная система управления качеством изготовления изделий.
22	Типизация технологических процессов и метод групповой обработки. Особенности технологических процессов механической обработки типо-

	вых деталей.
23	Технологические методы обеспечения точности сборки: сборка по методу полной и неполной взаимозаменяемости, методами пригонки и регулирования.
24	Интенсификация технологических процессов на основе оборудования с ЧПУ, роботизированных станочных комплексов, гибких производственных систем.

Рекомендуемая литература

1. Рахимьянов, Х.М. Технология машиностроения [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Х.М.Рахимьянов, Б.А.Красильников, Э.З.Мартынов. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 254 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47721.html>. — ЭБС «IPRbooks».

2. Технология машиностроения. Практикум [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.А. Жолобов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Вышэйшая школа, 2015. — 336 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/48020.html>. — ЭБС «IPRbooks».

3. Борисов В.М. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Борисов В.М. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2011. — 137 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62531.html>. — ЭБС «IPRbooks»

4. Белов П.С. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс]: пособие по выполнению курсовой работы / Белов П.С., Афанасьев А.Е. — Электрон. текстовые данные. — Егорьевск: Егорьевский технологический институт (филиал) Московского государственного технологического университета «СТАНКИН», 2015. — 117 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31952.html>. — ЭБС «IPRbooks»

5. Седых Л.В. Технология машиностроения [Электронный ресурс]: практикум / Седых Л.В. — Электрон. текстовые данные. — М.: Издательский Дом МИСиС, 2015. — 73 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57266.html>. — ЭБС «IPRbooks»

6. Технология машиностроения [Электронный ресурс]: курсовое проектирование. Учеб. пособие / М.М. Кане [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Вышэйшая школа, 2013. — 312 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24083.html>. — ЭБС «IPRbooks».

Приложение А

Примерная структура расчетно-пояснительной записки

Титульный лист

Задание на проектирование

Реферат

Содержание

Введение

1. Назначение и конструктивные особенности детали
2. Анализ технологичности детали
3. Определение типа производства
4. Выбор заготовки
5. Разработка технологического маршрута
 - 5.1. Маршрут обработки поверхностей детали
 - 5.2. Выбор последовательности технологических операций
 - 5.3. Расчет припусков на обработку
6. Разработка технологических операций
 - 6.1. Определение структуры операций
 - 6.2. Выбор оборудования и технологической оснастки
 - 6.3. Выбор инструментов и расчет режимов резания
 - 6.4. Нормирование операций
7. Проектирование оснастки
 - 7.1. Режущий инструмент
 - 7.2. Контрольно-измерительный инструмент
 - 7.3. Приспособление для механической обработки

Список использованных источников

Приложение А. Чертеж детали

Приложение Б. Чертеж заготовки

Приложение В. Маршрутная и операционные карты

Приложение Г. Эскизы операционные

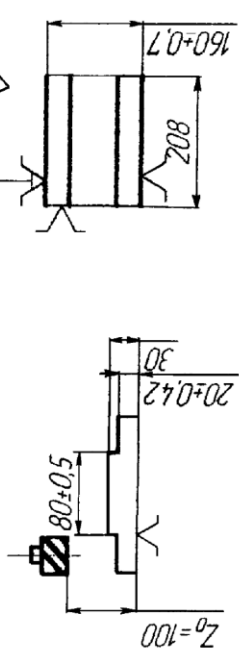
Приложение Д. Чертеж режущего инструмента

Приложение Ж. Чертеж контрольно-измерительного инструмента

Приложение И. Чертеж(и) приспособления

Приложение В

Пример оформления операционной карты (форма 2 – эскизная)

ГОСТ 3.1404 – 86										Форма 2																																																																																																										
Дубл.	Взам.	Подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата																																																																																																								
										10141.00085	2	1																																																																																																								
Разраб.	Иванов И.И.		10.05.13	СПГУТД		ФИТМ 50 6410.003		669114.4111220В		60141.00010																																																																																																										
Пров.	Петров П.П.		15.05.13	каф. машино- ведения																																																																																																																
Н. контр.	Васильев В.В.		18.05.13			Плита		02	05	-	010																																																																																																									
																																																																																																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="8">Наименование операции</th> <th colspan="5">Материал</th> </tr> <tr> <th colspan="8">Фрезерная</th> <th colspan="5">30ХГСА</th> </tr> <tr> <th>Твердость</th> <th>ЕВ</th> <th>МД</th> <th>Профиль и размеры</th> <th>МЗ</th> <th>КОИД</th> <th colspan="7"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-</td> <td>кг</td> <td>2,65</td> <td>Лист 208х160х30</td> <td>3,15</td> <td>1</td> <td colspan="7"></td> </tr> <tr> <td colspan="8">Оборудование, устройство ЧПУ</td> <td colspan="5">Обозначение программы</td> </tr> <tr> <td colspan="8">6Т12К – 1; Н22 – 1М</td> <td colspan="5">XXXXXX.XXXXXX</td> </tr> <tr> <td>То</td> <td>Тв</td> <td>Тпз</td> <td>Тшт</td> <td colspan="9">СОЖ</td> </tr> <tr> <td>5,04</td> <td>2,38</td> <td>3,15</td> <td>8,27</td> <td colspan="9">Эмульсия</td> </tr> </tbody> </table>													Наименование операции								Материал					Фрезерная								30ХГСА					Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД								-	кг	2,65	Лист 208х160х30	3,15	1								Оборудование, устройство ЧПУ								Обозначение программы					6Т12К – 1; Н22 – 1М								XXXXXX.XXXXXX					То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ									5,04	2,38	3,15	8,27	Эмульсия								
Наименование операции								Материал																																																																																																												
Фрезерная								30ХГСА																																																																																																												
Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД																																																																																																															
-	кг	2,65	Лист 208х160х30	3,15	1																																																																																																															
Оборудование, устройство ЧПУ								Обозначение программы																																																																																																												
6Т12К – 1; Н22 – 1М								XXXXXX.XXXXXX																																																																																																												
То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ																																																																																																																
5,04	2,38	3,15	8,27	Эмульсия																																																																																																																
Р	D или B, мм		L, мм	T, мм	i	S, м/об(м/мин)	n, мин ⁻¹	V, м/мин																																																																																																												
О 01	1. Установить заготовку и закрепить заготовку																																																																																																																			
Т 02	39 6131.XXXXX тиски машинные																																																																																																																			
03																																																																																																																				
О 04	2. Фрезеровать полки по всей длине, выдерживая размеры 1и 2																																																																																																																			
Т 05	АБВГ.ХХ XXXХХ.XXX втулка; АБВГ.39 1890 XXX фреза ВК8; АБВГ.39 XXXХХ.шаблон; АБВГ.39 XXXХХ.XXX																																																																																																																			
06	контрольное приспособление																																																																																																																			
Р 07		40	215	2,5	4	0,2	315	38																																																																																																												
08																																																																																																																				
ОК																																																																																																																				

Приложение Г

Пример оформления операционной карты (форма 3 – безэскизная)

ГОСТ 3.1404 – 86
Форма 3

Приложение Д

Пример оформления карты эскизов (форма 7а)

ГОСТ 3.1105-84
Форма 7а