

Задание 7.42

При статической балансировке диска в динамическом режиме индикатор значения дисбаланса показал δ . Цена деления индикатора $K_{ст}$ г·мм/мкА. Требуется по одному из вариантов задания (табл. 7.39) определить, какую корректирующую массу необходимо установить на радиусе r_k , чтобы устранить имеющийся дисбаланс диска.

Таблица 7.39. Индивидуальные варианты для выполнения задания 7.42

Показатели	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Показания δ индикатора, мкА	23	20	25	30	43	67	43	56	37	33
Цена деления $K_{ст}$ индикатора, г·мм/мкА	1,5	2	2,5	1	1,7	1,3	2	1,1	1,6	1,3
Радиус коррекции r_k , мм	300	220	400	320	280	400	440	280	540	600

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое сборочная единица?
2. Какие требования предъявляют к базовой детали?
3. Какую информацию помещают на схему сборки изделия?
4. Перечислите основные методы обеспечения точности сборки.
5. Какие задачи решают с помощью сборочных размерных цепей?
6. В чем заключается сущность метода полной взаимозаменяемости?
7. В чем заключается сущность метода селективной сборки?
8. Какие факторы влияют на точность проверки соосности гладким калибром?
9. Какие методы используют для проверки зазоров?
10. Дайте характеристику процесса сборки прессовых соединений.
11. Почему необходимо контролировать усилие завинчивания резьбовых деталей?
12. Что такое неуравновешенность ротора и к чему она приводит?
13. Почему необходимо проводить балансировку роторов?
14. Назовите основные этапы статической балансировки дисков.
15. Что значит статическая балансировка в динамическом режиме?

ГЛАВА 8

КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

8.1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Назначение курсового проекта. Курсовой проект по специальности 151901 «Технология машиностроения» является самостоятельной студенческой работой, которая выполняется на основе ранее изученных междисциплинарных курсов согласно учебному плану:

1. Технология машиностроения.
2. Метрология, стандартизация и сертификация.
3. Гидравлические и пневматические системы.
4. Технологическая оснастка.
5. Процессы формообразования и инструменты.
6. Технологическое оборудование.
7. Оборудование машиностроительного производства.
8. Машиностроительное производство.
9. Экономика отрасли.
10. Программирование для автоматизированного оборудования.
11. Инженерная графика и машиностроительное черчение.

Целью курсового проектирования является подтверждение студентом глубины знаний, приобретенных за время обучения, и компетенций, необходимых для будущей самостоятельной работы техника-технолога машиностроительного производства.

Работая над курсовым проектом, студент подтверждает свои знания и умения при выполнении в соответствии с требованиями нормативных документов (ЕСКД, ЕСТД и др.) следующих составных частей курсового проекта:

- оформление чертежа объекта производства, выданного для курсового проектирования (рабочий чертеж детали или сборочный чертеж);
- оформление рабочего чертежа заготовки для детали — объекта производства;

- разработка технологического процесса изготовления детали или сборки изделия;
- проектирование специального станочного приспособления для детали;
- проектирование специального режущего инструмента;
- проектирование контрольно-измерительного приспособления (или разработка схемы измерительного комплекса);
- оформление 2—3 операционных эскизов на механическую обработку;
- разработка 2—3 операций механической обработки;
- оформление графической части и пояснительной записки для публичной защиты проекта.

Тематика курсового проектирования. Тема для курсового проектирования должна быть сформулирована таким образом, чтобы можно было представить основное направление работы студента над проектом, а может быть даже и содержание всего проекта.

Тематику проекта желательно увязать с конкретными задачами, стоящими перед отечественным машиностроением, чтобы предусмотреть возможность улучшения действующего технологического процесса, внедрения нового, более прогрессивного оборудования и режущего инструмента, улучшения организации производства. Все это должно быть направлено на снижение себестоимости изготовления изделия.

Некоторые темы для курсового проектирования:

- улучшить экономические показатели действующего технологического процесса изготовления вала насоса. Годовой объем выпуска изделия 80 000 шт.;
- усовершенствовать известный технологический процесс сборки редуктора. Годовой объем выпуска изделия 40 000 шт.;
- разработать технологический процесс изготовления топливного бака с применением холодной штамповки глубокой вытяжки. Годовой объем выпуска изделия 20 000 шт.;
- разработать технологический процесс сборки корпуса редуктора с использованием современных методов сварки. Годовой объем выпуска изделия 3 000 шт.;
- разработать технологический процесс сборки герметичного корпуса теплообменника с применением пайки. Годовой объем выпуска изделия 4 000 шт.

Курсовые проекты могут выполняться студентами по заказам предприятия, в том числе с использованием собранных материалов

во время прохождения практики по специальности. Однако независимо от формулировки темы проекта главным остается разработка технологического процесса изготовления указанного объекта производства, проектирование технологической оснастки, режущего инструмента и контрольно-измерительного приспособления.

Так как большинство процессов изготовления изделий представляют собой комплекс разнообразных технологических процессов, то различия в конкретных технологических процессах по теме проектирования будут лишь в том, какой вид процессов преобладает в том или ином случае. В одном случае может преобладать механическая обработка, в другом случае — сборка, в третьем случае — сварка и т. д.

В машиностроении механическая обработка деталей занимает главенствующее место. Однако для производства значительного числа изделий используются сварки или пайка, холодная штамповка, центробежное или точное литье. Кроме того, в курсовом проектировании ставятся задачи механизации и автоматизации производственных процессов и поиск прогрессивных технологических решений, которые снизят себестоимость изготовления детали.

В качестве исходных данных для проектирования технологического процесса студенту выдают рабочий чертеж детали, для изготовления которой требуется получение заготовки и несколько различных методов обработки поверхностей. Таким образом, получается, что технологический процесс может состоять из большого числа операций.

Задание на курсовой проект. Задание на курсовой проект оформляется на специальном бланке (Приложение 2) и выдается студенту в первый день (согласно учебному плану) курсового проектирования. На бланке задания содержится вся основная информация по содержанию и объему проекта. Неотъемлемой частью задания является рабочий чертеж детали или сборочный чертеж изделия с конкретной годовой программой выпуска.

На первой консультации преподаватель уточняет все подробности задания, чтобы содержание и объем проекта были понятны студенту. Возможна незначительная корректировка задания по обоюдному согласию преподавателя-консультанта и студента.

Содержание и объем курсового проекта. В процессе работы над курсовым проектом студенту предоставляется возможность проявить инициативу, однако предпочтение отдается удовлетворению нужд предприятия, что требует от студента конкретных технологических решений.

Курсовой проект должен состоять из пояснительной записки, в которую входит оформленная технологическая документация, и графической части. Обе части взаимно дополняют друг друга и обеспечивают решение следующих задач:

- рациональный выбор исходной заготовки для детали;
- разработку более прогрессивного технологического процесса;
- разработку оригинальных конструкций специального станочного приспособления для детали, специального режущего инструмента и контрольно-измерительного приспособления;
- использование современного оборудования.

В среднем объем графической части проекта должен составлять 2 листа формата А1, а пояснительной записки 20—30 страниц. Текст может быть напечатан на белой бумаге формата А4 через 1,5 интервала шрифтом № 14 с левым полем 2 см, а остальными полями по 1,5 см.

Общий объем работы над проектом, соотношение объемов графического материала и пояснительной записки не должны зависеть от темы курсового проектирования.

Графическая часть курсового проекта должна содержать:

- рабочий чертеж объекта производства (деталь или сборочный чертеж изделия);
- рабочий чертеж заготовки;
- рабочий чертеж специального режущего инструмента или расчетная схема на прочность стандартного режущего инструмента;
- чертежи общего вида специальной технологической оснастки (станочного приспособления для детали или сборочного приспособления, штампа, сварочного стапеля, грузочного или транспортирующего устройства) в зависимости от темы проекта;
- сборочный чертеж контрольно-измерительного приспособления (или схему измерения с использованием специального измерительного средства);
- эскизы к технологическому процессу изготовления данного объекта (наладки 2—3 операций);
- схемы и графики по всем разделам проекта (при их наличии).

В графической части курсового проекта с уклоном механической обработки требуется представить:

- рабочий чертеж детали;
- рабочий чертеж заготовки;

- одно специальное станочное приспособление для детали;
- одно специальное контрольно-измерительное средство или схему измерения с использованием специальных измерительных приборов;
- один специальный режущий инструмент или схема расчета стандартного режущего инструмента на прочность;
- наладки двух-трех операций с разными методами обработки по согласованию с консультантом;
- схемы и графики (при наличии).

В курсовых проектах на другие темы требуется эквивалентный объем графических работ.

Схемы и графики, не вошедшие в графическую часть проекта, помещают в пояснительную записку. Примерное распределение трудоемкости всего проекта по составным частям может выглядеть следующим образом (табл. 8.1).

Таблица 8.1. Примерный объем частей курсового проекта

Наименование составных частей проекта	Объем составной части, %
Ознакомление с полученным заданием	2
Анализ рабочего чертежа детали, разработка заготовки	8
Технологическая часть	30
Конструкторская часть	44
Производственные расчеты	14
Заключение, список литературы, оглавление	2

Примечания: 1. Предлагаемый в задании на проектирование объект производства не должен быть очень простым, но и не должен быть очень сложным. Сложность объекта производства должна определяться временем, отводимым на курсовое проектирование.

2. В тех случаях, когда нет возможности выдать задание на проектирование контрольно-измерительного приспособления, можно (в виде исключения) выдать задание на разработку конструкции второго специального станочного приспособления для детали.

Пояснительная записка курсового проекта

Первой страницей пояснительной записки курсового проекта является титульный лист (Приложение 1), а на второй и третьей страницах содержится задание на курсовой проект (Приложение 2).

Кроме указанного пояснительная записка должна содержать следующие разделы:

1) введение, в котором обосновывается актуальность выбранной темы проекта и указывается ее взаимосвязь с современным производством;

2) анализ рабочего чертежа детали или сборочного чертежа изделия, где дается подробный технологический анализ объекта проектирования и его описание, анализ точности поверхностей и качества поверхностного слоя детали, а также вид термической обработки;

3) технологическую часть, содержащую:

- описание существующего на предприятии технологического процесса и предлагаемого процесса с анализом различий и нововведений;
- обоснование выбора технологического оборудования;
- выбор режимов резания и техническое нормирование;
- определение и выбор типа производства;
- технико-экономическое обоснование выбора заготовки, краткое описание метода ее получения;
- расчет основных размеров заготовки;
- выбор статистическим (табличным) методом промежуточных (операционных) припусков и расчет операционных размеров с допусками на 2—3 разнотипные операции;
- назначение режимов резания (по справочным материалам);
- техническое нормирование и разработку 2—3 разнотипных операций;

4) конструкторскую часть, содержащую:

- обоснование выбора и расчет на точность одного специального станочного приспособления;
- обоснование выбора одного специального режущего инструмента (или расчет на прочность стандартного режущего инструмента при наилучших условиях его работы);
- описание и анализ точности измерений специальным контрольно-измерительным инструментом или контрольным приспособлением;

5) производственные расчеты, с помощью которых определяют тип производства, требуемое количество оборудования и коэффициент его загрузки;

6) заключительную часть проекта, в которой приводится перечень показателей, определяющих преимущества предложенного технологического проекта по сравнению с действующим на предприятии технологическим процессом;

7) список используемой литературы и оглавление.

8.2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект должен выполняться на основе последних достижений техники и технологии при высоком уровне механизации и автоматизации технологических процессов.

Требования к оформлению содержательной части пояснительной записки. При оформлении пояснительной записки следует выполнять требования таких стандартов ЕСКД, как «Общие требования к текстовым документам» и «Текстовые документы», а также других ГОСТов, ОСТов и нормативов предприятия. Все содержание пояснительной записки следует разделить на разделы, подразделы, пункты и подпункты.

Каждая составная часть должна иметь порядковый номер, который проставляется арабскими цифрами. Этот номер должен включать в себя все номера соответствующих составных частей записки более высоких ступеней деления. Например, номер подраздела состоит из номера раздела и номера подраздела, разделенные точкой. Наименование разделов и подразделов должны быть краткими, соответствовать содержанию данной составной части записки и выделены или другим шрифтом или цветом, например:

2. Технологическая часть проекта

2.1. Анализ рабочего чертежа детали

2.2. Обоснование метода получения заготовки

2.3. Расчет размеров заготовки

В заголовках не допускается перенос и сокращение слов. Точку в конце заголовка не ставят. Расстояние между последней строкой текста и последующим заголовком должно быть примерно 2 пробела.

Формулы нумеруют арабскими цифрами в пределах раздела. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы внутри раздела. Эти цифры разделяют точкой. Номер формулы указывают в круглых скобках справа на одной строке с формулой.

Под формулой приводят расшифровку значения каждого символа с новой строки в такой последовательности, как они приведены в формуле, начиная со слова «где», например:

$$S = vt, \quad (2.1)$$

где S — расстояние, м; v — скорость, м/с; t — время, с.

При ссылке на порядковый номер формулы его пишут в круглых скобках, например: «На основании формулы (2.1) имеем...».

Все расчеты и вычисления делают с соблюдением принятой в Российской Федерации Международной системы единиц физических величин (СИ), часть из которой приведена в Приложении 3.

Иллюстрации, помещенные в записке, нумеруют аналогично формулам, но без скобок, например: «Рис. 2.4. Схема...». Ссылки на ранее упомянутые рисунки дают с сокращением слова «смотри», например: «Измерительный наконечник 1 индикатора 2 (см. рис. 2.4) опирается в...». Номера указанных на рисунках позиций в тексте пишут курсивом.

Цифровую информацию желательно давать в виде таблиц. Если таблица переносится на другую страницу, то после слова «Продолжение табл. 3.2» повторяют головку (шапку) таблицы и заполняют таблицу содержанием. В этом случае название таблицы дается один раз над первой ее частью.

Графа «№ п/п» в таблицу не включается. Повторяющийся в графах текст допускается заменять кавычками. Ставить кавычки вместо повторяющихся цифр и математических символов не допускается. Если в ячейке таблицы цифровые или иные данные не приводятся, то ставят прочерк.

При использовании справочных или других данных из литературных источников дают ссылку на данный источник, помещая в квадратных скобках порядковый номер источника, указанного в перечне используемой литературы. Этот перечень литературы приводят в конце пояснительной записки перед оглавлением, например: «Как следует из табл. 5.2 [4], скорость резания ...».

На обложке пояснительной записки должна быть наклеена этикетка размером примерно 100×75 мм с указанием фамилии и инициалов дипломника, номера учебной группы или шифра специальности и года выполнения проекта.

При выполнении курсового проекта по заданию предприятия печатают пояснительную записку в трех экземплярах. Один экземпляр направляют на предприятие, второй экземпляр хранится в архиве техникума, а третий экземпляр остается у студента.

Требования к выполнению графической части курсового проекта. В графическую часть курсового проекта входят:

- рабочий чертеж детали или сборочный чертеж изделия, для которых разрабатывается технологический процесс;
- рабочий чертеж исходной заготовки для детали;
- сборочный чертеж специального станочного приспособления для детали;
- сборочный чертеж специального контрольного приспособления или схема измерения параметров детали с использованием измерительной системы;
- рабочий чертеж специального режущего инструмента или расчетная схема проверки на прочность стандартного режущего инструмента при наихудших условиях его работы;
- карты (чертежи) наладки 2—3 разнотипных операций;
- схемы и графики для устного доклада на защите проекта.

Графическая часть курсового проекта должна быть выполнена в полном соответствии с действующими стандартами ЕСКД. Графический материал следует оформлять на целых листах формата А1 (594×841 мм). Несмотря на то, что на одном листе этого формата будет расположено несколько составляющих проекта, каждая на своем, более мелком формате и со своим штампом, низ у всех этих чертежей должен быть один, т. е. на каждом формате штамп должен стоять по горизонтали.

Форматы чертежей следует выбирать таким образом, чтобы все чертежи выполнялись в масштабе 1:1 и обязательно с соблюдением требований ЕСКД к толщине линий чертежа, оформлению видов, разрезов и сечений (Приложение 4). Допускаются незначительные отступления от требований ЕСКД при оформлении наладок операций, например, в части соблюдения масштаба рисунка, но с обязательным соблюдением пропорций изображаемых деталей.

Предельные отклонения размеров указывают непосредственно после номинального размера в буквенном или цифровом обозначении. Отклонения линейных и угловых размеров грубее 11-го качества допускается указывать в технических требованиях общей записью, например: «Неуказанные предельные отклонения размеров выполнять для отверстий по Н14, для валов — по f14, остальные — по $\pm IT 14/2$ ».

Однако более эффективным и удобным для дальнейшей работы над курсовым проектом является комбинированный способ нане-

сения предельных отклонений, когда после номинального размера ставят буквенное обозначение поля допуска с номером качества, а рядом в скобках записывают цифровое значение верхнего и нижнего отклонений, найденное по таблице ЕСДП (Приложение 5), например: 45H10 (45^{+0,10}).

Для условных обозначений отклонений формы поверхностей от правильной геометрической формы применяют знаки (в соответствии со стандартом), указанные в табл. П4.6.

Для условных обозначений отклонений взаимного расположения поверхностей применяют знаки (в соответствии со стандартом), указанные в табл. П4.7.

Данные о предельных отклонениях формы и расположения поверхностей указывают в прямоугольной рамке, разделенной на две или три части (см. табл. П4.7), в которых помещают:

- в первой ячейке — знак отклонения;
- во второй ячейке — предельное значение в миллиметрах;
- в третьей ячейке — буквенное обозначение базовой или другой поверхности, по отношению к которой должно быть выдержано указанное отклонение расположения. Если таких баз несколько, то вписывают все их обозначения.

Рамку с данными о предельных отклонениях формы соединяют с контурной линией поверхности или ее продолжению прямой или ломаной линией, заканчивающейся стрелкой. Когда предельное отклонение поверхности определяется относительно базы, то рамку соединяют также и с базой прямой или ломаной линией, заканчивающейся зачерненным равносторонним треугольником, основание которого располагают или на оси, или на контурной линии поверхности, или на ее продолжении. Величина предельного отклонения, указанная в рамке, относится ко всей поверхности или к длине, указанной в рамке, через наклонную черту рядом со значением отклонения.

На всех операционных эскизах обрабатываемые в данной операции поверхности следует выделить (утолщенными линиями или другим цветом).

При оформлении рабочих чертежей детали и заготовки необходимо указывать шероховатость всех поверхностей, а при оформлении операционных эскизов необходимо указывать шероховатость только обрабатываемых в данной операции поверхностей. Для этих целей предусмотрено три знака:

$\sqrt{\quad}$ — этим знаком обозначают шероховатость поверхности, вид обработки которой разработчиком не установлен;

$\sqrt{\quad}$ — этим знаком обозначают шероховатость поверхности, которая (по утверждению разработчика) должна быть образована удалением слоя материала в процессе обработки, например, или точением, или фрезерованием, или сверлением, или травлением, или другим способом;

$\sqrt{\quad}$ — этим знаком обозначают шероховатость поверхности, которая обрабатывается без снятия слоя материала, например литьем, штамповкой, прокатом, или поверхностей, не обрабатываемых по данному чертежу.

Вышеприведенные знаки должны оформляться с полочкой, подобно знаку радикала. Сверху полочки указывают при необходимости метод обработки для получения требуемой шероховатости, например: «*Полировать*», а снизу, т. е. под знаком радикала, помещают необходимые параметры шероховатости, например $Ra\ 2,5$. Таким образом, окончательный вариант обозначения шероховатости какой-либо поверхности может быть следующим:

$\sqrt{\text{Поллировать}} Ra\ 0,25$ — это значит, что параметр Ra шероховатости данной поверхности не должен превышать 0,25 мкм, а метод получения этой шероховатости должен быть полирование.

Условные обозначения других параметров шероховатости приводятся в учебнике по метрологии [2]. При правильном обозначении шероховатости условный знак может быть расположен в следующих местах:

- на линии контура поверхности;
- на выносных линиях ближе к размерной линии;
- на полках выносок;
- на продолжениях выносных линий (при недостатке места).

Если все поверхности детали имеют одинаковую шероховатость, то используют только один знак шероховатости, который располагают в правом верхнем углу чертежа.

Если же поверхности детали имеют разную шероховатость, то многократно повторяющийся знак с одинаковой шероховатостью выносят в правый верхний угол чертежа.

Обозначение шероховатости повторяющихся элементов детали (отверстия, пазы, зубья), число которых указано на чертеже, наносят один раз.

На рабочих чертежах деталей, подвергаемых термической и другим видам обработки, в технических требованиях указывают показатели свойств материала, полученных в результате обработки, предельными значениями, например: «*Твердость 40...45 HRC*».

Поверхности деталей, подвергающиеся химико-термической обработке или гальванической обработке, отмечают штрихпунктирной утолщенной линией.

При выполнении курсового проекта с уклоном механической обработки учащиеся в соответствии с заданием разрабатывают сборочные чертежи специального станочного приспособления для детали и контрольно-измерительного приспособления. Оформление этих чертежей должно соответствовать требованиям соответствующих стандартов.

Как правило, сборочный чертеж содержит общий вид изделия, количество других видов, разрезов и сечений должно быть таким, чтобы имелось полное представление о конструкции собираемого изделия. Для обозначения номеров позиций деталей полки не используют, а цифры по мере возрастания ставят у окончания выносной линии по часовой стрелке или против часовой стрелки. Сборочные параметры и их точность проставляются на основные соединения, влияющие на точность работы готового изделия. Спецификация может быть оформлена на том же листе, где расположен сборочный чертеж, а при отсутствии места ее можно оформить на отдельных листах формата А4 со своим штампом.

На сборочных чертежах специального станочного приспособления или контрольно-измерительного приспособления деталь или заготовку изображают штрихпунктирной линией с двумя точками. Такими же линиями изображают все элементы универсального оборудования и измерительные приборы (центр станка, шпиндель станка, индикаторный прибор), примыкающие к разработанным студентом конструкциям.

Количество проекций, видов и сечений изображаемого на чертеже изделия определяет учащийся по согласованию с консультантом. Эскизы наладок разделяют одинарными линиями с одним штампом внизу на все наладки. Остальные самостоятельные чертежи изображают каждый в своей рамке и со своим штампом внизу и спецификацией как обязательной составляющей сборочного чертежа.

Основные надписи в штампах должны быть конкретными и лаконичными, например, «Вал редуктора», «Заготовка вала редуктора — штамповка», «Приспособление для операции фрезерования паза 10,5Н12».

Примечания: 1. Студенты, владеющие компьютерной графикой, могут ею воспользоваться в объеме, согласованном с консультантом. При этом эскизы наладок могут быть распечатаны на формате А3 с последующим аккуратным склеиванием с обратной стороны листа.

2. При выполнении чертежей вручную студент должен предъявлять графические материалы консультанту для согласования, как минимум, в два этапа. На первом чертеж предъявляется в тонких линиях, а на последнем — в окончательном исполнении согласно требованиям ЕСКД.

3. Чертеж, предъявленный сразу в окончательном исполнении, консультантом, как правило, не рассматривается.

8.3. ОБЩАЯ МЕТОДИКА РАБОТЫ НАД ПРОЕКТОМ

Работу над курсовым проектом начинают, как правило, с изучения рабочего чертежа детали и технических требований на изготовление заданного объекта производства. Далее эту информацию изучают более основательно и осмысливают до такой степени, чтобы сложилось общее представление о будущем технологическом процессе изготовления объекта производства.

На первой консультации по технологической части студент обсуждает с преподавателем свои предложения о путях решения основных задач, поставленных в рамках задания, и принимается решение о составных частях проекта.

После изучения рабочего чертежа детали (или сборочного чертежа изделия), выданного в качестве объекта проектирования, представляют примерную форму заготовки для получения наилучшего коэффициента использования материала (КИМ), выбирают первичную базу, составляют план технологического процесса и операционные эскизы механической обработки (или сборки). Затем по согласованию с консультантом разрабатывают две-три разнотипные операции. После определения способа установки заготовки на этих операциях, выбора оборудования и режущего инструмента, используемого на данных операциях, приступают к разработке наладок операций, станочного приспособления, режущего и измерительного инструмента.

Все записи, схемы и расчеты, проводимые студентом на стадиях проектирования, записывают в рабочую тетрадь, а после правки и редактирования включают в пояснительную записку. Окончательное оформление всех этапов проекта проводится после согласования их содержания с консультантом проекта.

Графическую часть проекта оформляют на листах формата А1. Несмотря на то что на одном листе будет расположено несколько составляющих проекта, каждая на своем, более мелком формате и со своим штампом, низ у всех этих чертежей должен быть один,

т. е. на каждом формате штамп должен стоять по горизонтали. Допускается оформление наладок операций с некоторым отступлением от требований ЕСКД и масштаба 1 : 1, но с соблюдением пропорций изображаемых деталей.

На всех операционных эскизах обрабатываемые в данной операции поверхности выделяют (утолщенными линиями или другим цветом).

На сборочных чертежах специального станочного приспособления или контрольно-измерительного приспособления деталь или заготовку изображают штрихпунктирной с двумя точками линией. Такими же линиями изображают все элементы универсального оборудования и измерительные приборы (центр станка, шпиндель станка, индикаторный прибор), примыкающие к разработанным студентом-дипломником конструкциям.

Количество проекций видов и сечений изображаемого на чертеже изделия должно быть таким, чтобы иметь полную информацию о данной конструкции. Эскизы наладок разделяют одинарными линиями с одним штампом внизу на все наладки. Остальные самостоятельные чертежи изображают каждый в своей рамке и со своим штампом внизу и спецификацией как обязательной составляющей сборочного чертежа.

Надписи в штампах должны быть конкретными и лаконичными, например, «Вал редуктора», «Заготовка вала редуктора — штамповка», «Приспособление для операции фрезерования паза 10,5Н12».

Пояснительную записку оформляют в виде тетради формата А4, написанной чернилами разборчивым почерком, или набраной на компьютере в текстовом редакторе Microsoft Word и распечатаной шрифтом семейства Times, кеглем 14, через 1,5 интервала между строками, на одной стороне белой бумаги формата А4 (210×297 мм), с полями: левое, верхнее и нижнее — 20 мм, правое — не менее 10 мм. Нумерация страниц начинается с титульного листа.

Пояснительная записка должна включать в себя:

- обложку;
- титульный лист;
- оформленный бланк задания на курсовой проект вместе с выданным чертежом объекта производства;
- введение;
- технологический анализ заданного объекта производства;
- определение вида производства;
- расчет основных размеров заготовки;

- план обработки (маршрут обработки) с возможными пояснениями;
- расчеты операционных размеров;
- техническое нормирование (или разработку) операций;
- заполненные с обеих сторон операционные карты;
- пояснения к специальному станочному приспособлению и все материалы по расчету его на точность;
- пояснения к выбору контрольно-измерительного инструмента, анализ его точности и схема измерения параметра объекта производства;
- материалы по расчету параметров режущего инструмента;
- схемы, графики и результаты расчетов;
- список используемых источников информации;
- оглавление.

Если перечисленные элементы пояснительной записки являются ее разделами, то их описание начинают с новой страницы.

Материал в пояснительной записке должен дополнять и пояснять то, что вынесено на листы в виде графической части или помещено в операционных картах, но не дублировать их. Например, поясняя операцию чернового точения с одной стороны, мало сказать, как установлена и закреплена заготовка и на каком станке она выполняется. Это все есть в операционной карте на эту операцию. Следует пояснить, почему все это сделано именно так, а не иначе. И так по каждому описываемому в записке фрагменту. Или другой пример. Описывая фрезерное приспособление с делительным устройством, следует пояснить, почему выгодно использовать именно такое приспособление, и прокомментировать результаты расчета приспособления на точность, обратив внимание на производительность труда с использованием именно этого приспособления.

Некоторые особенности содержания пояснительной записки будут рассматриваться в дальнейшем при изучении методики работы по выполнению других разделов курсового проекта.

Проект считается выполненным после того, как консультант по курсовому проектированию поставил свои подписи на всех элементах проекта.

Проект считается готовым к защите после того, как консультант проекта кратко в письменной форме дал положительную оценку работы студента над проектом и поставил свою подпись.

Защита проекта. Для защиты курсовых проектов приказом директора образовательного учреждения создается экзаменационная комиссия во главе с председателем. На защите проекта в качестве

гостей могут присутствовать студенты из любой группы, родители, представители предприятия и проверяющие из вышестоящих организаций.

Студент защищает свой проект публично перед комиссией.

На защиту проекта отводится 20 мин. Из них 10 мин — на доклад студента и 5...7 мин — на вопросы членов комиссии и ответы студента на эти вопросы. Оценку за курсовой проект члены комиссии определяют открытым голосованием после краткого обсуждения. При равенстве голосов решающее слово остается за председателем комиссии.

8.4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Проект по изготовлению детали включает в себя:

- технологический анализ рабочего чертежа детали;
- определение вида производства;
- проектирование заготовки;
- составление плана обработки;
- разработка операций технологического процесса;
- выбор технологического оборудования;
- расчет основных размеров заготовки;
- проектирование специального станочного приспособления для детали;
- проектирование режущего инструмента;
- проектирование специального измерительного инструмента;
- список используемой литературы и оглавление.

Все перечисленные части являются разделами пояснительной записки к проекту — неотъемлемой его частью.

Введение. Во введении студент отражает состояние технологии машиностроения в Российской Федерации в настоящее время, отмечает содержание последних постановлений Правительства Российской Федерации по улучшению данной отрасли и обосновывает актуальность выбранной темы проекта, связав ее с современным производством, на котором он проходил практику по профилю специальности.

Анализируя уровень технологии базового предприятия и раскрывая тему своего курсового проекта, студент обращает внимание на новизну отдельных частей проекта по выбранной теме и объясняет

какие цели и задачи он ставил перед собой, приступая к выполнению проекта.

Студент раскрывает пути улучшения действующего технологического процесса по каждой составляющей части своего проекта. Например, при проектировании контрольно-измерительного приспособления можно решить следующие задачи:

- уменьшить время на контрольные операции;
- повысить точность измерений;
- применить активный контроль на отдельных операциях;
- автоматизировать контрольную операцию;
- обеспечить возможность рассортировки деталей на группы для последующей селективной сборки изделий.

Технологический анализ рабочего чертежа детали. Раздел содержит анализ влияния параметров детали, точности и шероховатости ее поверхностей на надежность и долговечность работы готового изделия.

Работу над проектом начинают с изучения и критического анализа рабочего чертежа детали и технических требований на ее изготовление. При обнаружении каких-либо неточностей в оформлении полученного студентом чертежа детали по заданию на проектирование или отклонений от требований ЕСКД, равно как и других ошибок, замеченных студентом, следует произвести исправления после согласования с консультантом.

Изучая рабочий чертеж детали и технические требования на ее изготовление, в первую очередь обращают внимание на материал, группу контроля, требуемую термическую или химико-термическую обработку, размеры и форму. Эти сведения потребуются для определения возможных способов получения заготовки для детали, типа необходимого оборудования и оснастки.

Технические требования на изготовление детали содержат информацию о покрытии, требуемой химико-термической обработке и методах контроля прочности материала детали. Это дает информацию о необходимости разделения проектируемого процесса на этапы и способах защиты отдельных поверхностей от цементации.

При анализе требуемой точности обработки различают параметры первой характеристики точности, которые во многом определяют методы окончательной обработки поверхностей деталей, и параметры второй характеристики точности, которые дают подсказку о способах базирования заготовки на соответствующих операциях.

Определение по рабочему чертежу детали конструкторских баз для точных поверхностей дает ответ на вопрос о выборе технологических баз и о последовательности обработки поверхностей детали. Используя знания по соблюдению принципа совмещения баз, получают требуемые параметры второй характеристики точности экономически выгодным путем и без пересчета размеров при разработке операций технологического процесса.

Параметры шероховатости поверхностей определяют структуру технологического процесса, методы окончательной обработки поверхностей и необходимость использования доводочных операций.

Таким образом, грамотный технологический анализ рабочего чертежа детали является хорошим началом проектирования технологического процесса. Записи, сделанные в рабочей тетради при работе над этой частью задания, являются материалом для раздела «Технологический анализ рабочего чертежа детали» пояснительной записки.

Технологическая часть. Так как технологический процесс является основой для выполнения практически всех этапов изготовления детали, то он должен быть разработан с соблюдением требований и правил нормативных технологических документов, в частности ЕСТД.

Исходными данными для разработки технологического процесса являются:

- правильно составленный рабочий чертеж детали со всеми требованиями на ее изготовление;
- годовой объем выпуска изделия;
- информация об имеющемся на предприятии оборудовании;
- информация об имеющемся на предприятии режущем инструменте и технологической оснастке;
- нормативно-справочная документация по режимам обработки, справочники, каталоги и др.

Проектирование нового технологического процесса состоит из следующих этапов.

1. Анализ технологичности изделия.
2. Критический анализ действующего на предприятии технологического процесса.
3. Выбор (или определение) типа производства и определение размера производственной партии деталей (или такта выпуска деталей) в зависимости от типа производства.

4. Выбор исходной заготовки, определение ее основных размеров, способа и точности ее изготовления, назначение операционных припусков.

5. Выбор поверхностей детали, которые будут использованы в качестве технологических баз при установке и закреплении заготовки в зоне обработки соответствующих станков.

6. Маршрутное описание технологического процесса, т. е. краткое описание всех технологических операций без указания переходов и режимов обработки, но с выбором наиболее производительных методов обработки.

7. Выбор технологического оборудования, приспособлений для детали и другой технологической оснастки.

8. Описание (по согласованию с консультантом проекта) разнотипных технологических операций в последовательности их выполнения с указанием переходов и оформлением операционных эскизов и заполнением всех граф операционных карт на эти операции.

9. Назначение режимов резания по каждому переходу и расчет основного времени на все переходы для выбранных операций.

10. Проведение технического нормирования выбранных операций.

Анализ технологичности изделия (чаще детали) включает в себя тщательное изучение рабочего чертежа детали. При этом обращают особое внимание на точность размеров поверхностей детали и точность их взаимного положения, требуемую шероховатость поверхностей, наличие фасок, резьбы, шлицов, шпоночных пазов, фасонных поверхностей и др.

Для количественной оценки технологичности детали в данном проекте целесообразно использовать следующее:

- коэффициент использования материала

$$K_{и.м} = m_{д} / m_{з},$$

где $m_{д}$ — масса детали (указывается в рабочем чертеже детали); $m_{з}$ — масса заготовки (рассчитывается по рабочему чертежу заготовки с учетом удельного веса материала);

- коэффициент K_c , показывающий соотношение себестоимости $C_{пр}$ операции (или изделия в целом) по данному проекту и соответствующей себестоимости $C_{баз}$ на базовом предприятии (по материалам практики по профилю специальности):

$$K_c = C_{пр} / C_{баз};$$

- коэффициент $K_{тр}$, показывающий соотношение трудоемкости $T_{пр}$ выполнения операции (или изготовления изделия в целом) по данному проекту и соответствующей трудоемкости $T_{баз}$ на базовом предприятии (по материалам практики по профилю специальности):

$$K_{тр} = T_{пр} / T_{баз};$$

- коэффициент $K_{т.пр}$, показывающий, насколько широко используются в данном проекте типовые технологические процессы:

$$K_{т.пр} = Q_{т.пр} / Q_{сум.пр};$$

где $Q_{т.пр}$ — число применяемых в данном проекте типовых технологических процессов; $Q_{сум.пр}$ — общее число применяемых в данном проекте технологических процессов.

Кроме того, следует провести анализ использования стандартного режущего инструмента, станочных приспособлений и измерительных средств.

Примечание. Количественное определение вышеперечисленных коэффициентов производят по мере появления необходимых сведений в процессе работы над проектом.

Критический анализ действующего на предприятии технологического процесса состоит в описании по материалам практики по профилю специальности используемого на предприятии технологического процесса.

При этом анализируют используемое на предприятии технологическое оборудование по точности и производительности, уровень механизации и автоматизации, используемую технологическую оснастку и организацию работы производственного участка или цеха.

По результатам анализа учитывают все стороны действующего проекта и составляют перечень мероприятий, которые позволят улучшить действующий на предприятии технологический процесс изготовления конкретного изделия.

Выбор (или определение) типа производства осуществляют с учетом годовой программы выпуска изделия, его массы и габаритных размеров.

Структура технологического процесса во многом зависит от того, какое организуют производство: единичное, серийное или массовое.

Вид производства можно определить по коэффициенту $K_{заг}$ загрузки оборудования, который определяют по соотношению трудоемкости (затрачиваемое время $T_{шт}$ на операцию) и заданного такта τ выпуска деталей, т. е. по формуле

$$K_{заг} = T_{шт} / \tau.$$

Такт выпуска показывает, за какое время, мин, должна выходить с производства одна готовая деталь, чтобы полностью выполнить годовую программу:

$$\tau = \Phi \cdot 60 / N,$$

где $\Phi = c m \eta$ — действительный годовой фонд времени работы станка, ч; c — число рабочих смен; m — количество рабочих недель в году (51 неделя); m — количество рабочих часов в неделе (40 ч); η — коэффициент использования оборудования (0,94...0,96).

Если $T_{шт} \geq \tau$, то производство будет массовым, так как за каждым станком можно закрепить лишь одну операцию.

Если $T_{шт} \leq \tau$, то производство будет серийным, так как за одним станком можно закрепить несколько операций.

В тех случаях, когда нет информации о технической норме времени (или техническое нормирование еще не производили), вид производства определяют предварительно, используя классификацию деталей по их массе и габаритным размерам (табл. 8.2).

При серийном производстве детали обрабатывают партиями. Для выполнения разработки операций определяют количество деталей, одновременно запускаемых в работу (размер партии). От этого зависит время работы станка без переналадки.

Таблица 8.2. Зависимость вида производства от габаритных размеров деталей

Серийность производства	Годовая программа выпуска одноименных деталей, шт.		
	крупных (тяжелых)	средних	мелких (легких)
Единичное	До 5	До 10	До 100
Мелкосерийное	5...100	10...200	100...500
Среднесерийное	100...300	200...500	500...5000
Крупносерийное	300...1000	500...5000	5000...50000
Массовое	Свыше 1000	Свыше 5000	Свыше 50000

Подсчитывают количество N деталей в партии по формуле

$$N = N_{\text{год}} f / D,$$

где $N_{\text{год}}$ — годовая программа выпуска деталей (по заданию на проектирование); f — количество рабочих дней, на которые разрешено иметь незавершенное производство (3—6 дней для серийного производства в зависимости от трудоемкости изготовления); D — число рабочих дней в году (254 при двух выходных днях в неделю).

При массовом производстве деталей потребуется синхронизация операций во времени. Поэтому техническое нормирование проводят в два этапа. После предварительного технического нормирования и определения трудоемкости выбранных операций выравнивают операции во времени, используя концентрацию и дифференциацию операций, а также механизацию и автоматизацию отдельных операций. После синхронизации операций производят их окончательное техническое нормирование.

Выполненные в рабочей тетради расчеты после консультации и редактирования излагают в разделе «Определение типа производства» пояснительной записки.

Выбор исходной заготовки заключается в определении ее основных размеров, способа и точности изготовления, а также общего и операционных припусков.

Заготовка для детали представляет собой цельную конструкцию, форма которой приближена к форме готовой детали. Проектирование заготовки производится в два этапа. Вначале при технологическом анализе рабочего чертежа детали приближенно определяют возможные формы заготовки и варианты ее получения с наибольшим большим значением КИМ. На втором этапе после окончательного выбора формы заготовки и метода ее получения рассчитывают все размеры заготовки с учетом общего припуска или операционных припусков.

При выборе вида заготовки исходят из особенностей материала детали (литейный сплав или деформируемый) и технологических возможностей заготовительного производства предприятия. В пояснительную записку по этому вопросу включают:

1. Обоснование выбранного способа получения заготовки (поковка или отливка) и краткое описание процесса ее получения с приведением эскизов на разных стадиях изготовления заготовки.

2. Расчет основных размеров заготовки с учетом операционных припусков на обработку, определяемых по нормативным документам.

3. Обоснование точности получения размеров заготовки с учетом износа инструмента (штампа или кокиля) при получении большой партии заготовок.

4. Обоснование штамповочных и литейных уклонов для внутренних и наружных поверхностей и радиусов закруглений.

5. Обоснование выбранного оборудования для получения заготовок:

- штамповкой в молотах и прессах;
- штамповкой на горизонтально-ковочных машинах (ГКМ);
- раскаткой (получение профилей);
- литьем в кокиль;
- литьем по выплавляемым моделям и др.

Оборудование следует выбирать с учетом формы и габаритных размеров заготовки, программы выпуска и требований к заготовке.

6. Маршрут получения заготовки с эскизами последовательности ее формообразования (рис. 8.1), изображенными на одном формате с рабочим чертежом заготовки.

Разработкой рабочего чертежа заготовки и технических условий на ее изготовление заканчивается проектирование заготовки. Оформляют рабочий чертеж заготовки в соответствии с общими

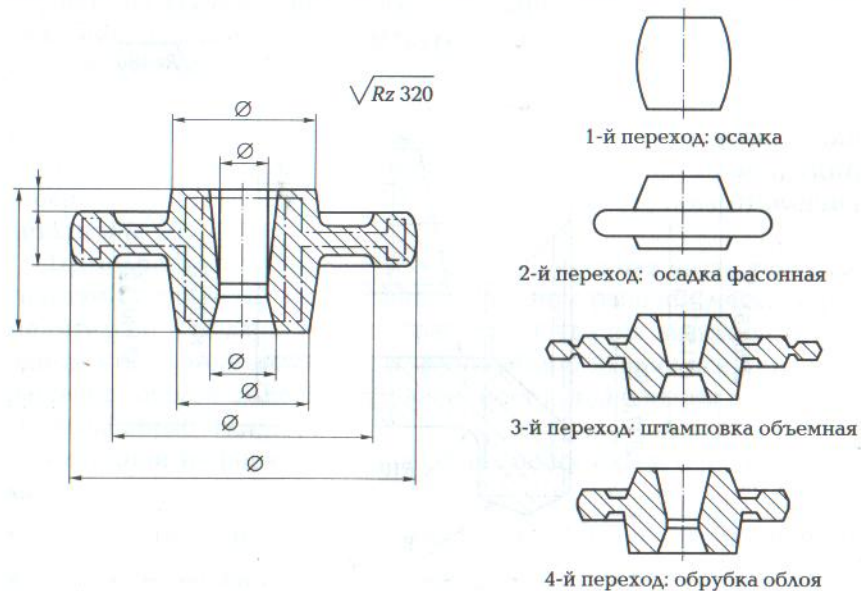


Рис. 8.1. Заготовка — штамповка и последовательность ее изготовления

правилами выполнения чертежей. На чертеже заготовки-поковки необходимо показать штрихпунктирной линией контур готовой детали.

В технических требованиях на изготовление штампованной заготовки должно быть указано следующее:

- группа контроля;
- наружные и внутренние уклоны;
- допустимое коробление заготовки;
- допустимое смещение частей штампа;
- допустимая глубина наружных дефектов;
- параметры шероховатости поверхностей;
- твердость материала;
- вид термической обработки;
- способ очистки от окалины.

Пример оформления заготовки-штамповки показан на рис. 8.2.

На чертеже заготовки-отливки припуски на механическую обработку обозначают штриховкой с указанием их размеров. В технических условиях на ее изготовление указывают качество точности изготовления отливки.

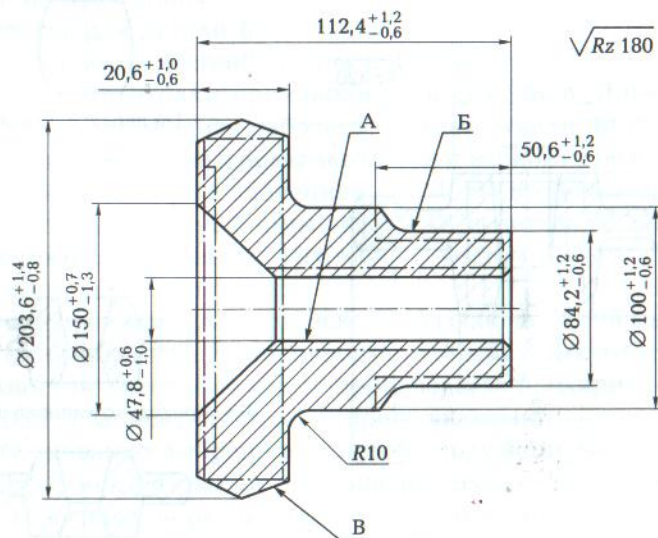


Рис. 8.2. Пример оформления рабочего чертежа штампованной заготовки

Выбор поверхностей детали, которые будут использованы в качестве технологических баз при базировании заготовки в зоне обработки соответствующих станков, производится с использованием материалов анализа рабочего чертежа детали.

Выбирая базы и назначая последовательность операций, стремятся соблюсти принцип совмещения баз, сущность которого заключается в том, чтобы в качестве технологических баз (исходной, установочной и измерительной) использовать элементы обрабатываемой детали, являющиеся конструкторскими базами по отношению к обрабатываемым поверхностям.

Очередность обработки поверхностей в этом случае соответствует координации этих поверхностей на рабочем чертеже детали. Эта часть работы над технологическим процессом, а именно выбор последовательности обработки поверхностей и совмещения баз, требует особого внимания со стороны разработчика технологического процесса.

Если по какой-либо причине не удалось соблюсти принцип совмещения баз, то расчетом определяют ожидаемую погрешность обработки в данной операции с учетом погрешности взаимного положения поверхностей. Это обязательно приведет к повышению точности обработки на данной операции.

Маршрутное описание технологического процесса — это план обработки с кратким описанием всех технологических операций без указания переходов и режимов обработки, но с выбором наиболее производительных методов обработки.

Это наиболее важная часть проекта. Ей следует уделить особое внимание. План обработки представляет собой технологический документ, в котором отражена последовательность операций и основное содержание технологического процесса изготовления детали или сборки изделия.

Технологическая операция — это законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте. Применительно к механической обработке операция выполняется на одном станке одним рабочим. В операцию входят все действия рабочего, обслуживающего рабочее место, и движения элементов системы обработки.

Исходной информацией для составления плана обработки являются:

- результаты технологического анализа рабочего чертежа детали;
- принятое решение о виде производства;
- окончательное решение о форме заготовки.

Описание 2—3 (по согласованию с консультантом проекта) разнотипных технологических операций в последовательности их выполнения согласно плану обработки с указанием переходов и оформлением операционных эскизов и заполнением всех граф операционных карт на эти операции;

Примечание. Следует настроиться на то, что окончательный вариант плана получится не сразу, а станет результатом последовательных изменений и уточнений первоначального варианта плана обработки.

- составление операционных эскизов на первом этапе целесообразно выполнять в рабочей тетради или на черновике. На эскизе деталь изображают в том виде, какой она будет иметь после обработки на данной операции. Масштаб изображения выбирают произвольный, но соблюдают пропорцию размеров отдельных элементов детали.

Первый эскиз — изображение заготовки для детали, далее операционные эскизы. Рядом с каждым операционным эскизом располагают следующую информацию:

- предварительный номер операции;
- полное и четкое название операции, по которому можно судить, об обработке каких поверхностей идет речь;
- тип станка;
- способ установки заготовки, используя принятые условные обозначения (табл. П4.8);
- способ закрепления заготовки, используя принятые условные обозначения (табл. П4.8);
- операционные размеры, пока без указания их величин;
- общий знак требуемого параметра шероховатости поверхности.

Операции по термической обработке, слесарные операции, гальванические операции, контрольные операции записывают одной строкой без эскиза. Поверхности, подлежащие обработке в данной операции, выделяют утолщенными линиями или другим цветом. На этом этапе следует обратить внимание на концентрацию или дифференциацию операций, что позволит избежать больших изменений при окончательном оформлении операционных эскизов.

В большинстве случаев по рабочему чертежу детали может быть предопределена степень концентрации операции, о чем говорят требования по взаимному положению поверхностей детали. Это может быть указано или на чертеже детали условными обозначениями (Приложение 11), или текстом в технических условиях на

изготовление детали. Так, например, условие перпендикулярности торцевой поверхности оси прилегающей к ней цилиндрической поверхности (торцевое биение) проще всего обеспечить обработкой этих поверхностей в одну установку заготовки.

Правильный выбор методов обработки поверхностей предопределяет оптимальность плана обработки детали. При составлении предварительного плана обработки детали хорошо бы воспользоваться типовым технологическим процессом, заимствованным на предприятии или взятым из учебника. При отсутствии такой возможности необходимо воспользоваться примерным маршрутом получения точности и шероховатости поверхностей (Приложение 6, 7).

Анализируя возможные варианты окончательной обработки поверхностей с целью получения требуемой точности и шероховатости, легко выбрать именно тот маршрут обработки каждой поверхности, который обеспечит и точность поверхности, и ее шероховатость.

Следует обратить внимание на то, что в ряде случаев одни и те же параметры поверхности можно получить по разным маршрутам. Например, при обработке отверстий шероховатость $Ra 1,25$ и точность по седьмому качеству можно получить и чистовым развертыванием, и чистовым шлифованием.

Вариант конкретного маршрута зависит от размеров поверхности, степени концентрации операции, массы заготовки, сложности конфигурации заготовки, параметров второй характеристики точности и др.

Окончательно определяют методы обработки, ориентируясь на их технологические возможности, определяемые следующими параметрами:

- величиной допустимого припуска на обработку;
- достигаемой точности обработки;
- достигаемой шероховатости поверхности;
- обрабатываемым материалом;
- производительностью метода ($T_{шт}$).

При окончательном выборе метода обработки следует помнить, что каждая последующая операция по обработке одной и той же поверхности точнее предыдущей. Выбранный метод обработки поверхности предопределяет технологическое оборудование, режущий инструмент, а иногда и способ установки и закрепления заготовки.

Таким образом, постепенно определились методы обработки всех поверхностей детали и средства для их обработки.

Уточнение задания, т. е. его конкретизацию, выполняют сразу после составления предварительного плана обработки, так как уже практически определена каждая операция и просматривается ее сложность.

Сущность этого уточнения на данном этапе заключается в том, чтобы вместе с преподавателем-консультантом решить окончательно, какие 2—3 операции следует разрабатывать полностью в рамках задания на курсовой проект.

Примечание. Оптимальной следует считать операцию, выполняемую в одну установку заготовки и состоящую из 2—3 переходов.

После уточнения задания у студента должна быть полная ясность по всему объему проекта, а именно:

- какие разнотипные операции необходимо полностью разрабатывать и помещать эскизы их наладок в графическую часть проекта;
- какое специальное станочное приспособление и для какой операции предстоит проектировать;
- какой специальный режущий инструмент следует проектировать и разрабатывать на него рабочий чертеж или рассчитывать на прочность;
- какой контрольно-измерительный инструмент предстоит проектировать и для измерения какого параметра.

Если появились затруднения в выборе специального режущего инструмента или контрольно-измерительного прибора, то возможны варианты дублирования какой-либо части задания, но с другим уклоном. Например, если нет возможности определиться с контрольно-измерительным приспособлением, то можно спроектировать второе станочное приспособление, но другого типа.

На данном этапе работы следует решить вопрос об анализе двух вариантов выполнения какой-либо операции, чтобы в план обработки включить экономически целесообразную операцию при заданной программе выпуска деталей.

Можно сравнивать выполнение отдельных операций двумя возможными вариантами:

- обработку наружной резьбы точением, накаткой или фрезерованием;
- получение профиля зубьев цилиндрического зубчатого колеса фрезерованием или долблением;

- обработку шпоночного паза во втулке протягиванием или долблением;
- обработку внутренних шлицев долблением или протягиванием;
- чистовую обработку наружной цилиндрической поверхности шлифованием или тонким точением;
- чистовую обработку внутренней цилиндрической поверхности шлифованием или развертыванием;
- обработку ступенчатого отверстия сверлом и зенкером или комбинированным инструментом сверло-зенкер.

Лучший вариант оценивается сравнением технологической себестоимости выполнения операции.

Материалы по составлению плана обработки и экономическому анализу вариантов операции помещают в пояснительную записку и на листы графической части.

Назначение режимов резания по каждому переходу и расчет основного времени на эти переходы. Перед выполнением этого этапа составления плана обработки детали необходимо убедиться в том, что в черновой вариант плана внесены все результаты расчетов и все уточнения.

Убедившись в правильности принятых решений по последовательности выполнения операций, уточняют место термообработки, место необходимых слесарных операций по зачистке заусенцев, клеймению и место контрольных операций.

Дальнейшую работу целесообразно выполнять по следующим этапам:

1. Оформление плана обработки.
2. Выбор межоперационных припусков.
3. Расчет операционных размеров.
4. Уточнение и сравнение общего припуска.
5. Выбор оборудования.
6. Заполнение операционных карт.
7. Разбивка операций на переходы.
8. Выбор приспособления.
9. Выбор режущего инструмента.
10. Выбор измерительного инструмента.
11. Техническое нормирование операций.
12. Выбор параметров режимов резания.
13. Оформление карт наладки.

1. Оформление плана обработки. Выполненный в рабочей тетради план обработки с «немыми» размерами (без указания числовых значений) следует аккуратно вычертить на листах формата А4,

оставив слева поля для их подшивки в пояснительную записку. При этом одной строкой без эскиза вносят на свои места в плане обработки следующие операции: слесарные, термической или химико-термической обработки, гальванические, контрольные и др.

После этого операциям присваивают окончательные номера (5, 10, 15, ...) и четкое и полное название операции. В дальнейшем, по мере выполнения последующих этапов, план обработки будет постепенно заполняться, т. е. операционные эскизы и столбцы таблицы будут дополняться соответствующими данными.

2. Выбор межоперационных припусков. Для назначения операционных припусков на обработку каждой поверхности заготовки в условиях серийного производства мелких и средних деталей простой конфигурации целесообразно при курсовом проектировании применить опытно-статистический метод. В этом случае значения припусков устанавливают по нормативным таблицам.

Убедившись, что в плане обработки детали правильно намечены поверхности, подлежащие обработке, верно выбран метод их обработки и технологические базы, приступают к определению значений операционных припусков. Необходимое условие — последовательность обработки каждой поверхности детали уже определена на основании табл. П4.4 с учетом заданной шероховатости и точности поверхностей.

Для более правильного понимания выполнения этой части задания рассмотрен пример выбора межоперационных припусков для наружной поверхности М детали вал 1, ось которого расположена горизонтально (рис. 8.3). Из рис. 8.3 очевидно, что параметр шероховатости этой поверхности $Ra \leq 1,25$ мкм. По Приложению 7 уточняют ранее намеченный маршрут обработки этой поверхности и окончательно определяют последовательность ее обработки:

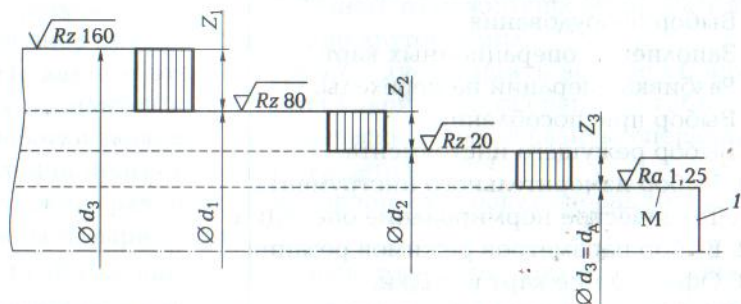


Рис. 8.3. Межоперационные припуски для наружной цилиндрической поверхности

1. Черновое обтачивание, при котором получают операционный размер d_1 , снимая операционный припуск Z_1 .

2. Точение чистовое (под шлифование), при котором получают операционный размер d_2 , снимая операционный припуск Z_2 .

3. Шлифование окончательное, при котором получают размер детали d_A , снимая операционный припуск Z_3 .

Далее, воспользовавшись в качестве справочного пособия среднестатистическими материалами, приведенными в таблицах Приложения 5, находят (с учетом диаметрального размера вала) величину припуска для каждого из применяемых методов обработки. Для наглядности следует изобразить припуски графически в обратном порядке их снятия при обработке (см. рис. 8.3). В результате получили полную картину расположения операционных припусков на наружную поверхность вала.

Такую процедуру выполняют для каждой обрабатываемой поверхности детали.

3. Расчет операционных размеров. Для начала условимся, что на каждую операцию поступает заготовка, а с операции выходит деталь.

С учетом сказанного, номинальным операционным припуском называют разность между номинальным размером заготовки, поступившей на данную операцию, и номинальным операционным размером, получаемым на данной операции.

Если к размеру d_A поверхности детали, указанному на рабочем чертеже, приплюсовать операционные припуски Z_{3max} , Z_{2max} и Z_{1max} , снимаемые на всех этапах обработки данной поверхности, то получим размер $d_{зар}$ заготовки для этой поверхности (см. рис. 8.3):

$$d_{зар} = d_A + Z_{3max} + Z_{2max} + Z_{1max},$$

а если размер заготовки уменьшить на величину припуска Z_{1max} , снимаемого на первой операции, то получим операционный размер, который необходимо получить на этой операции:

$$d_1 = d_{зар} - Z_{1max}.$$

Операционные размеры для остальных методов обработки (чистовое точение и шлифование) получают аналогичным образом:

$$d_2 = d_1 - Z_{2max};$$

$$d_3 = d_A = d_2 - Z_{3max}.$$

Допуски на операционные размеры можно найти из приложений с учетом качества точности обработки, соответствующего данному методу обработки размера обрабатываемой поверхности и поля

допуска на размер обрабатываемой поверхности, указанного на рабочем чертеже детали.

Такую процедуру необходимо проделать для каждой обрабатываемой поверхности детали, чтобы рассчитать все операционные размеры и точность их выполнения.

4. Уточнение и сравнение общего припуска. Говоря об общем припуске на обработку, можно рассматривать номинальное его значение и максимальное значение отдельно для каждой поверхности детали.

Номинальный общий припуск на обработку конкретной поверхности детали определяют как разность между номинальным размером заготовки по этой поверхности и номинальным размером этой поверхности у готовой детали.

Максимальный общий припуск на обработку конкретной поверхности детали определяют как разность между наибольшим размером заготовки по этой поверхности и минимальным размером этой поверхности у готовой детали.

Общий номинальный припуск Z_o на обработку заготовки равен (для конкретной поверхности) сумме номинальных припусков Z_i , снимаемых на всех операциях, или определяется как разность номинальных размеров исходной заготовки (для конкретной поверхности) и номинальным размером этой же поверхности у готовой детали, т. е.

$$Z_o = \sum_{i=1}^n Z_i = d_{\text{заг}} - d_A, \quad (8.1)$$

где n — общее число технологических операций (переходов) обработки рассматриваемой поверхности детали.

После определения операционных размеров рассчитывают по формуле (8.1) общий припуск на обработку и сравнивают его с нормативными данными, принятыми ранее при проектировании заготовки (см. раздел «Проектирование заготовки»).

Если нормативный припуск больше расчетного, то необходимо принять решение о количестве проходов в черновых операциях или ввести дополнительные черновые операции для снятия сверхрасчетного слоя материала. Этот анализ следует отразить в пояснительной записке.

5. Выбор оборудования. В этой части пояснительной записки следует определиться с моделями станков для каждой операции. Выбранные станки должны обеспечить заданную точность обработки, качество поверхностного слоя изготавливаемой детали, производительность обработки, минимальную себестоимость операции.

Критерии выбора технологического оборудования:

- степень концентрации операции (количество переходов в операции);
- габаритные размеры и форма заготовки;
- материал, из которого изготавливается деталь;
- требуемые точность и шероховатость поверхностей;
- экономическая целесообразность.

При выборе оборудования следует обратить внимание на затрачиваемую энергию при выполнении операции. Известно, что потребляемая мощность современных станков, диапазон скоростей и подач рассчитаны на максимальные габаритные размеры и массу заготовок, которые можно установить и закрепить на данном типе станка. Поэтому предпочтение следует отдавать станкам удовлетворяющим указанным параметрам детали, технологический процесс обработки которой разрабатывается.

Например, решить вопрос о выборе типа токарного станка по уровню механизации и автоматизации можно, используя информацию, размещенную в табл. 8.3, с учетом срока окупаемости затрат на механизацию и автоматизацию оборудования.

Таблица 8.3. Экономически целесообразные партии деталей

Количество деталей в обрабатываемой партии, шт.	Тип токарного станка
Единичное производство	Токарный, универсальный
25 и более	Токарно-револьверный
150 ... 700 и более	Одношпиндельный автомат
700 и более	Многошпиндельный автомат
Массовое производство	Специальные станки

Типы некоторых металлообрабатывающих станков и их характеристики приведены в Приложении 17.

6. Заполнение операционных карт. Операционные карты составляют на 4 разнотипные операции по форме, установленной на предприятии — базе практики или образовательного учреждения.

В операционную карту переносят из плана обработки эскиз намеченной к разработке операции. Масштаб выбирают таким, чтобы все размеры и другие условные обозначения были хорошо видны

и не накладывались один на другой. Обрабатываемые в данной операции поверхности выделяют утолщенными линиями (можно обвести красным цветом). Условными обозначениями показывают способ установки заготовки и способ ее закрепления (табл. П4.8).

Получаемые в данной операции параметры шероховатости обозначают принятыми условными знаками. Общий знак требуемой шероховатости помещают в верхнем правом углу, а если на других поверхностях параметры шероховатости иные, то их проставляют непосредственно на обрабатываемых поверхностях или на выносных линиях по этим поверхностям.

Все ячейки на обеих сторонах операционной карты должны быть заполнены. Часть из этих ячеек заполняют на данном этапе, а оставшиеся ячейки следует заполнять по мере получения результатов расчетов, выбора оснастки и др.

7. Разбивка операций на переходы. Переход — это законченная часть технологической операции, выполняемая одним или одновременно несколькими режущими инструментами по созданию одной или одновременно нескольких поверхностей без изменения (на станках с ЧПУ с автоматическим изменением) режимов работы станка.

Следовательно, для повышения производительности можно объединять несколько простых переходов в один сложный переход, при котором будет одновременно обрабатываться несколько поверхностей. Этим приемом можно регулировать время на выполнение операции.

Проведя предварительную разбивку операции на переходы, вносят их названия в графу «Наименование переходов» карандашом, чтобы после нормирования операций записать окончательно, если трудоемкость операции не превышает такт выпуска деталей. Заполняют окончательно следующие графы операционной карты:

- «Размеры обработки»;
- «Припуск на обработку»;
- «Число проходов».

8. Выбор приспособления. Безусловно, лучшим вариантом используемого приспособления будет универсальное приспособление. Но главным при этом является обеспечения требуемой точности взаимного положения поверхностей детали. Если универсальное приспособление не обеспечивает требуемую точность, то следует остановиться на выборе специального приспособления.

При выборе оснастки руководствуются следующими соображениями:

- в мелкосерийном производстве целесообразнее использовать универсальные и универсально-сборные приспособления (УСП);
- в серийном производстве будет оправдано использование специальной оснастки;
- в массовом производстве лучше использовать специальные автоматизированные приспособления.

При выборе оснастки для финишных операций следует обратить внимание на прецизионные приспособления, например, неразрезную цангу, приспособления с гидропластмассой, центровые оправки с малой конусностью и др.

Название выбранного приспособления записывают в операционную карту в ячейку «Приспособление», например «Цанговый зажим», «Оправка цилиндрическая», «Трехкулачковый патрон».

9. Выбор режущего инструмента. Выбираемый режущий инструмент должен обеспечивать наименьшее машинное время, низкую стоимость обработки и наименьшее усилие резания. Режущая часть этих инструментов должна быть износостойкой и обеспечивать высокопроизводительную обработку. Этим требованиям удовлетворяют твердые сплавы, кобальтовые и ванадиевые марки сталей или материалы с твердосплавным напылением. При возможности необходимо использовать комбинированный режущий инструмент, например сверло-зенкер, комбинированный зенкер, что уменьшит количество переходов в операции.

Выбранный режущий инструмент записывают в графу «Инструмент режущий» лаконичной записью, например «Резец проходной», «Сверло спиральное $\varnothing 12,5$ », «Зенкер комбинированный специальный».

10. Выбор измерительного инструмента. Каждое измерительное средство имеет определенные метрологические характеристики, а каждый параметр детали требует определенной точности измерения. Выбрать измерительное средство — это, в первую очередь, означает согласовать точность измеряемого параметра с точностью измерительного средства. Точность измерительного средства должна быть почти на порядок выше точности измеряемого параметра. Следует обратить внимание на цену деления измерительного средства, пределы измерения, зависимость погрешности измерения от внешних условий, а также стоимость измерительного средства.

Так как при механической обработке основными измеряемыми параметрами являются геометрические, то для их измерений широко используют штангенинструменты, индикаторные приборы, гладкие и резьбовые микрометры, рычажные скобы, миниметры и др.

После выбора измерительных средств делают запись в операционной карте в графе «Инструмент мерительный», например «Микрометр 0-25», «Шаблон специальный», «Предельный калибр Ø 22,5».

11. Техническое нормирование операций. Технически обоснованная норма времени — это время выполнения технологической операции в наиболее благоприятных для данного производства условиях. Рассчитывают это время исходя из наиболее рационального использования труда рабочих и возможностей действующего оборудования, имеющейся оснастки и с учетом последних достижений техники и передового производственного опыта.

Обоснованную норму времени используют для расчета заработной платы рабочих, определения требуемого количества оборудования и потребности в рабочей силе, а также планирования работы производственного участка или цеха.

Для неавтоматизированного производства штучное время представляет собой календарное время, затраченное на выполнение технологической операции по изготовлению детали (изделия) на одном рабочем месте. Оно определяется по следующей формуле

$$T_{шт} = T_o + T_b + T_{орг} + T_t + T_{п} \quad (8.2)$$

где T_o — основное (машинное) время; T_b — вспомогательное время; $T_{орг}$ — время организационного обслуживания; T_t — время технического обслуживания; $T_{п}$ — время перерывов в работе.

Основное время затрачивает рабочий непосредственно на изменение формы и размеров заготовки, на получение заданной точности обработки и качества поверхностного слоя.

При сборочных операциях это время затрачивается на создание требуемого взаимного положения собираемых деталей, обеспечение точности их взаимного положения и их закрепление, а затем контроль и обеспечение точности других сборочных параметров.

При механической обработке заготовки режущим инструментом, настроенным на заданный размер, основное время определяют для каждого перехода (простого или сложного) по следующей формуле

$$T_o = L_p / S_{мин} = (L_{вр} + L + L_{вых}) i / (n S_{об} a), \quad (8.3)$$

где L_p — расчетная длина обработки (перемещение режущего инструмента), мм; $S_{мин}$ — минутная подача режущего инструмента, мм/мин; $L_{вр}$ — величина врезания режущего инструмента, мм; L — длина обрабатываемой поверхности, мм; $L_{вых}$ — длина выхода (перебега) режущего инструмента, мм; i — число проходов в данном

технологическом переходе; n — частота вращения шпинделя станка (фрезы), мин^{-1} ; $S_{об}$ — подача режущего инструмента на один оборот заготовки (фрезы), мм/об; a — число одновременно обрабатываемых деталей.

Параметры $L_{вр}$, L , $L_{вых}$ определяют в результате анализа геометрической схемы обработки данной поверхности ранее выбранным методом обработки (рис. 8.4).

При облачивании методом продольной подачи, установленной в центрах с рифленным передним центром заготовки (рис. 8.4, а), при сквозном сверлении отверстия (рис. 8.4, б), при фрезеровании паза или плоскости цилиндрической фрезой (рис. 8.4, в), при сверлении плоскости шириной B торцом абразивного круга или фрезы (рис. 8.4, г) расчетную длину L_p определяют по формуле

$$L_p = L_{вр} + L + L_{вых}. \quad (8.4)$$

При сверлении (см. рис. 8.4, б) величину врезания определяют по формуле

$$L_{вр} = 0,3d_c,$$

где d_c — диаметр сверла.

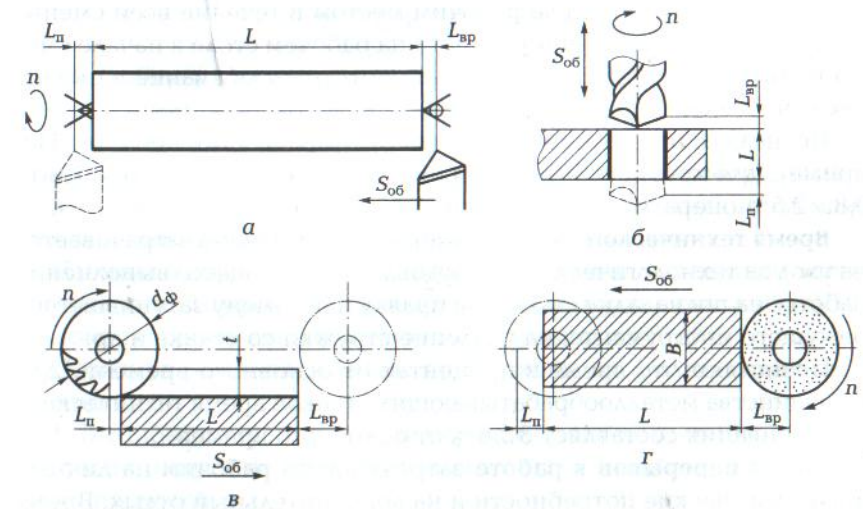


Рис. 8.4. Определение расчетной длины обработки:

а — при облачивании методом продольной подачи; б — при сквозном сверлении отверстия; в — при фрезеровании паза; г — при шлифовании плоскости торцом абразивного круга

При фрезеровании паза (см. рис. 8.4, в) величину врезания определяют по формуле

$$L_{\text{вп}} = \sqrt{t(d_{\text{ф}} - t)},$$

где t — глубина паза; $d_{\text{ф}}$ — диаметр фрезы.

Длину L обработки принимают по операционному эскизу. Частоту вращения шпинделя станка (фрезы) и минутную подачу режущего инструмента на один оборот заготовки (фрезы) определяют по нормативам.

Вспомогательное время затрачивает рабочий на установку заготовки и снятие детали, управление механизмами станка, контрольные измерения, предусмотренные планом обработки, и др. Это время необходимо для создания возможностей выполнения основной цели рассматриваемого перехода.

Определяют вспомогательное время на операцию суммированием его составляющих элементов, приводимых в таблицах нормативов по техническому нормированию (табл. П9.2, П9.3).

Оперативное время складывается из основного и вспомогательного времени, не перекрываемого основным временем, т. е.

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{o}} + T_{\text{в}}. \quad (8.5)$$

Время организационного обслуживания рабочего места затрачивается рабочим на уход за рабочим местом в течение всей смены, а именно на раскладку инструмента на рабочем столе в начале смены и уборку его в конце работы, на осмотр, опробование и смазку технологического оборудования и др.

Исчисляют это время в процентах от оперативного времени. Например, для крупносерийного производства оно может составлять 0,8...2,5 % оперативного времени.

Время технического обслуживания рабочего места затрачивается на уход за технологическим оборудованием в процессе выполнения работы: на подналадку станка, на правку или замену затупившегося режущего инструмента, на удаление стружки со станка и др.

Исчисляют это время в процентах от основного времени. Для большинства металлообрабатывающих станков время технического обслуживания составляет 3...6 % от основного времени.

Время перерывов в работе затрачивается рабочим на личные физиологические потребности и на дополнительный отдых. Время для дополнительного отдыха предусматривается лишь в случае физически тяжелых или интенсивных работ.

Исчисляют время перерывов в работе в процентах от оперативного времени. Например, при мелкосерийном производстве оно

составляет 4...5 % от оперативного времени, при крупносерийном производстве оно составляет 5...8 % от оперативного времени. Обычно это время не превышает 2 % от продолжительности рабочей смены.

При серийном производстве детали обрабатывают партиями. Время на обработку одной детали называют штучно-калькуляционным временем ($T_{\text{шт-к}}$). При этом число $N_{\text{п}}$ деталей в партии определяют по формуле

$$N_{\text{п}} = Nf/D, \quad (8.6)$$

где N — годовая программа выпуска деталей; f — количество рабочих дней, на которые разрешено иметь незавершенное производство; D — число рабочих дней в году (при двух выходных днях в неделю $D = 254$ дня).

На всю партию деталей отводится **подготовительно-заключительное время** $T_{\text{п-з}}$, которое используют главным образом для переналадки оборудования. Его величина не зависит от количества деталей в партии, а зависит от степени сложности наладки операции, оборудования и оснастки. Назначается это время по нормативам (табл. П9.4 — П9.6).

Таким образом, при серийном производстве время на обработку одной детали вычисляют по формуле

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{п-з}}/N_{\text{п}} + T_{\text{шт}} \quad (8.7)$$

12. Выбор режимов резания. Эта часть работы связана с использованием нормативных материалов (табл. П11.4 — П11.19) и проведением целого ряда расчетов.

Режимы обработки применяют такие, которые обеспечивают рациональное использование высокопроизводительных инструментальных материалов и технологического оборудования.

Начинают эту часть работы с выбора материала режущей части инструмента. Широко применяют быстрорежущие стали P9 и P18, а также твердосплавные пластины, например из T15K6.

Назначая режимы резания, придерживаются следующей очередности:

1. Выбирают глубину резания с таким расчетом, чтобы уже известный припуск на обработку можно было снять за наименьшее число проходов.

2. Определяют подачу по таблицам нормативов резания в зависимости от типа режущего инструмента, размеров обрабатываемой поверхности, глубины резания, точности и шероховатости обрабатываемой поверхности.

3. По установленной глубине резания и подаче с учетом материала заготовки и стойкости режущего инструмента выбирают скорость резания.

4. По выбранной скорости резания и наибольшему диаметру обрабатываемой поверхности (или фрезы) определяют частоту вращения шпинделя станка.

5. Уточняют по паспортным данным технологического оборудования обороты шпинделя и величину подачи и заносят эти данные в соответствующие графы («Режимы обработки») операционной карты.

6. Проводят нормирование операций, записывая все временные параметры в соответствующие графы операционной карты.

7. Разряд работ и профессию рабочего определяют по единому тарифно-квалификационному справочнику и заносят в операционную карту в соответствующую графу.

При нормировании специфических видов операций (например, электрохимической, электроэрозийной и ультразвуковой обработки) можно воспользоваться заводскими данными, полученными во время практики, или справочниками по данным методам обработки.

Все расчеты, связанные с нормированием операций, помещают в пояснительную записку в разделе «Техническое нормирование».

Примечание. Студент вправе воспользоваться информацией по техническому нормированию из отчета по практике по профилю специальности, которую он проходил на предприятии отрасли.

13. Оформление карт наладки. Карты наладки входят в графическую часть проекта. 2—3 карты наладки следует оформить на одном листе чертежной бумаги формата А1. Каждая оформляется на формате не меньше, чем А3.

Карта наладки представляет собой совмещенный эскиз, содержащий следующую информацию:

- располагают в левом верхнем углу формата номер и название операции, модель выбранного станка;
- изображение фрагментов конструкций установочных и зажимных элементов приспособления, участвующих в базировании заготовки;
- эскиз обрабатываемой заготовки в таком виде, который она имеет после выполнения данной операции, с выделенными красным цветом обрабатываемых в данной операции поверхностей;

- изображенный в конечной стадии перехода фрагмент режущего инструмента, задействованного в данной операции, обозначенный номером перехода;
- получаемые в данной операции размеры с указанием в цифровом виде параметров первой и второй характеристик точности;
- обозначенные соответствующими стрелками все движения элементов системы обработки, необходимые для получения требуемых параметров поверхностей;
- таблица с результатами режимов резания (для каждого режущего инструмента своя строка) и результатами по техническому нормированию данной операции, изображенная в левом нижнем углу формата;
- угловой штамп (один на весь формат листа в правом нижнем углу).

Проектирование специального приспособления для детали. В курсовом проекте предусмотрено проектирование специального станочного приспособления для обработки заготовки на определенной операции, на которой использовать универсальное приспособление для базирования обрабатываемой заготовки не представляется возможным.

Работая над этой частью курсового проекта, студенту необходимы знания дисциплины «Технологическая оснастка» и принципов базирования заготовок.

С учетом опыта, приобретенного студентом при работе со специальными приспособлениями во время практики по профилю специальности, и знаний, полученных при изучении дисциплины «Технологическая оснастка», рекомендуется выполнение этой части проекта в следующей последовательности:

1. Определяют, для выполнения какой операции технологического процесса необходимо проектировать приспособление.
2. Определяют, на каком станке должна выполняться выбранная операция.
3. Анализируют операционный эскиз на данную операцию, обратив особое внимание на технологические базы (исходную и установочную). Необходимо еще раз убедиться в соблюдении принципа совмещения баз, сравнив простановку соответствующих размеров на рабочем чертеже детали и на операционном эскизе.
4. Выбирают прототип приспособления, использовав для этих целей альбомы, нормали или станочное приспособление из отчета по практике.

5. Сделав выбор приспособления, приступают к его эскизному проектированию.

6. Изображают только основные элементы приспособления: установочные, зажимные, для направления режущего инструмента, не загромождая эскиз второстепенными элементами.

7. После согласования с консультантом эскизного варианта приспособления оценивают, при какой точности изготовления основных элементов приспособления будет обеспечена требуемая точность размеров. Так как объемом курсового проектирования детализовка приспособления не предусмотрена, то результаты проверки приспособления на точность отражают в пояснительной записке с приведением схемы расчета, а ключевые размеры основных элементов, влияющие на точность получения размеров, указывают на сборочном чертеже приспособления. Если эти размеры затеняют общий вид приспособления, то их указывают отдельно на свободном месте чертежа.

8. После согласования с консультантом дополняют эскизный проект приспособления всеми необходимыми элементами, в том числе крепежными, и вычерчивают приспособление на чертежной бумаге сначала в тонких линиях, а затем (после проверки преподавателем) обводят окончательно согласно ЕСКД. При этом количество видов, разрезов и сечений должно быть таким, чтобы была полная ясность по конструкции каждой детали приспособления.

9. Выносят позиции всех деталей приспособления и составляют спецификацию согласно ЕСКД. Порядковые номера деталей представляют на конце выносной линии с возрастанием по часовой стрелке.

10. В технических условиях записывают требования на сборку приспособления и способ обеспечения точности сборочных параметров, влияющих на точность выполнения операционных размеров.

В пояснительной записке в разделе «Проектирование спецнастки» помещают краткое обоснование выбранного приспособления и все расчеты, связанные с ним.

Проектирование специального режущего инструмента. Объемом работ по курсовому проектированию предусматривается выполнение этой части задания по одному из двух вариантов:

1. Проектирование специального режущего инструмента.

2. Прочностные расчеты (или иные по заданию консультанта), связанные с режущим инструментом, если не предусмотрено использование в разрабатываемом технологическом процессе (или по иным соображениям) специального режущего инструмента.

При выполнении работ по первому варианту в пояснительную записку помещают обоснование геометрии и размеров режущего инструмента, профилирование геометрии его режущей части, выбор материала для режущей части и способ ее крепления к основанию инструмента. В графическую часть помещают рабочий (или сборочный) чертеж режущего инструмента с указанием всех углов режущей части, обратив особое внимание на допустимый износ инструмента и поверхности, по которым его затачивают при затуплении.

При выполнении работ по второму варианту в пояснительной записке обосновывают необходимость выполнения данного расчета, размещают подробную схему расчета, исходные данные для расчета, расчетные формулы с указанием всех входящих в них величин с размерностями и результаты расчетов. В графическую часть проекта помещают расчетную схему с указанием контуров обрабатываемой заготовки и режущего инструмента, являющегося объектом расчета, и основные расчетные формулы.

Проектирование специального измерительного инструмента. Исходными данными для проектирования специального контрольно-измерительного приспособления являются:

- контролируемая величина и ее размерность;
- сложность геометрической формы и размеры контролируемой поверхности;
- точность контролируемого размера или параметра;
- масса и габаритные размеры контролируемой детали;
- годовая программа выпуска проверяемых деталей.

Детали большой массы контролируют переносными приборами, а детали небольшой массы стационарными. Это важно иметь в виду в случае разработки измерительных средств, для работы которых необходимо энергоснабжение, например для пневматического калибра с ротаметром, который требует подвод сжатого воздуха.

Программа выпуска деталей определяет уровень механизации измерительных средств. Например, при крупносерийном и массовом производстве целесообразно применять на финишных операциях автоматизированный контроль выполнения операций или приборы активного контроля, позволяющие управлять режимами работы станка, например шлифовального.

При большом числе контролируемых параметров целесообразно применение многомерных измерительных средств, которые позволяют произвести измерения на одном рабочем месте нескольких параметров готовой детали.