

Министерство образования Российской Федерации
Российский химико-технологический университет
им Д. И. Менделеева

Новомосковский институт

Курсовое проектирование по технологии машиностроения

Методические указания

Новомосковск 2004

УДК
ББК
К

Рецензент:

Кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой П и АХ
НИП РХТУ им. Д. И. Менделеева
Г. В. Мещеряков

Составитель: Козлов А. М.

Курсовое проектирование по технологии машиностроения:
Методические указания /РХТУ им. Д. И. Менделеева,
Новомосковский ин-т; Сост.: А.М.Козлов. Новомосковск, 2004, -
63 с.

Методические указания предназначены для студентов очного и безотрывных форм обучения специальности 170500 «Машины и аппараты химических производств». В указаниях приводится состав курсовой работы, общие требования к оформлению пояснительной записки и графической части проекта, даются рекомендации по выполнению отдельных разделов пояснительной записки, а также варианты заданий на проектирование.

Ил. . Библиограф.: назв.

УДК

ББК

© Новомосковский ин-т Российского
химико-технологического ун-та им.
Д. И. Менделеева, 2004

Учебное издание

Курсовое проектирование по технологии машиностроения
Методические указания

Составитель: КОЗЛОВ Александр Михайлович

Лицензия ЛР № от Подписано в печать формат 60x84 1/16.
Бумага типографическая №2. Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л.
уч. –изд. л.
Тираж экз. Заказ

Российской химико-технологический университет им Д. И.
Менделеева
Новомосковский институт. Издательский центр
Адрес университета: 125047, Москва, Миусская пл.,9
Адрес университета: 301670, Новомосковск, Тульская обл.,
Дружбы, 8

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с требованиями к подготовке дипломированного специалиста по машинам и аппаратам химических производств, содержащиеся в Государственном образовательном стандарте Высшего образования РФ, инженер-механик должен не только читать и анализировать чертежи, осуществлять процессы конструирования оборудования, но и иметь навыки проектирования технологических процессов изготовления и сборки промышленного оборудования с учетом передового производственного опыта и современных требований к качеству продукции, с учетом экономической эффективности и безопасности производства, охраны окружающей среды. [1]

Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Технология машиностроения», определяют структуру и состав материала курсовой работы, подготовлены в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования Российской Федерации 2000 года по направлению 655400 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» для студентов специальности 170500 «Машины и аппараты химических производств» и СТП НИ РХТУ 201.0.1-99 «Проекты (работы) дипломные и курсовые».

При подготовке методических указаний учитывался опыт преподавания дисциплины «Технология машиностроения» в НИ РХТУ, а также кафедр технологии машиностроения ведущих ВУЗов России, готовящих дипломированных специалистов-механиков для химических и родственных производств.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Технология машиностроения – это отрасль науки, занимающаяся изучением закономерностей, действующих в процессе изготовления машин, производимых в надлежащем количестве, в сочетании с высоким качеством и при наименьшей себестоимости. [2]

Производство машин включает следующие этапы:

- 1) получение заготовок будущих деталей;
- 2) механическая обработка заготовок;
- 3) термическая обработка деталей;
- 4) сборка и испытание машин.

Изучение способов получения заготовок, и их механическая и термическая обработки, предусмотрено рабочей программой дисциплины «Материаловедение и обработка материалов» и учебным планом специальности 170500 в третьем и четвертом семестрах, а также учебной практикой второго курса.

В ходе изучения дисциплины «Технология машиностроения» не рассматривается сущность каждого технологического метода производства заготовок и методов их обработки, а дается их сравнительная характеристика с целью выбора конкретного, из уже известных, способа и обоснование целесообразности его применения при построении технологических процессов изготовления деталей и сборки машин, применительно к конкретным условиям производства.

Зная принципы получения заготовок и их обработки на различных видах металлообрабатывающего оборудования в ходе курсового проектирования по технологии машиностроения необходимо обосновать выбор конкретного станка, приспособлений и инструмента, как режущего, так и измерительного, установить место термической обработки в технологическом маршруте, определить величину припусков для каждой обрабатываемой поверхности, промежуточные размеры и допуски, режимы резания и нормы времени на изготовление детали, определить эффективность выбранного технологического процесса.

Целью курсовой работы является закрепление студентами-механиками материала ранее изученных дисциплин: «Детали машин», «Материаловедение и технология конструкционных материалов», «Взаимозаменяемость и нормирование точности в машиностроении», «Технологическая практика».

1.2. Курсовое проектирование позволяет студентам приобрести навыки анализа графического материала самостоятельного проектирования процессов механической обработки, расчета припусков, выбора режимов резания, принципов подхода к экономии материалов и энергетических ресурсов.

Выполнение курсовой работы рассматривается как промежуточная ступень учебного процесса для приобретения навыков по выполнению раздела «Технология машиностроения» при дипломном проектировании.

Тематика курсовой работы включает варианты типовых заданий, представляющих собой рабочий чертеж детали и назначение типа производства, в условиях которого должна производиться данная деталь, а также возможна выдача студенту индивидуального задания по ранее разработанной или смонтированной им самой детали при выполнении курсового проекта по дисциплине «Детали машин», либо тематика может иметь исследовательский характер в разрезе курса «Технология машиностроения».

Объем задания на курсовое проектирование исходит из затрат внеаудиторного времени студента, составляющих не более 30 часов.

Заканчивается курсовое проектирование зачетом в форме пуб – личной защиты работы с простановкой дифференцированной оценки.

Задание и календарный план на проектирование выдается ведущим преподавателем дисциплины «Технология машиностроения», подписывается руководителем, самим студентом и утверждается заведующим кафедрой.

Курсовая работа выполняется студентом в свободное от аудиторных занятий время, в соответствии с заданием и требованиями настоящих методических указаний.

После выполнения курсовой работы студент представляет его на проверку руководителю в сроки, установленные календарным планом. Подпись руководителя является допуском к защите курсовой работы перед комиссией.

2. СТРУКТУРА ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

- Титульный лист;
- реферат;
- содержание;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список использованных литературных источников;
- приложения.

3. ТРЕБОВАНИЯ К СТРУКТУРНЫМ ЭЛЕМЕНТАМ КУРСОВОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ»

Курсовая работа по технологии машиностроения у студентов оч-

ной формы обучения выполняется в восьмом семестре, сразу же после изучения указанной дисциплины в седьмом семестре и призвана закрепить пройденный материал, а также научить студента грамотному анализу графического материала рабочих чертежей деталей и узлов машин; самостоятельному подбору справочного материала по тематике работы, умению выбрать и обосновать необходимую информацию; выполнить конструирование заготовки детали с расчетом общих и промежуточных припусков на механическую обработку; выбрать оборудование, оснастку; инструмент, и приспособления, учитывая тип производства и современные тенденции в металлообработке и контрольно-измерительной технике.

Настоящие методические указания ставят своей целью помочь студенту правильно применить на практике теоретические положения и навыки, приобретенные в ходе учебного процесса при изучении базовых дисциплин общетеоретического и общепрофессионального направления: физика; математика; инженерная графика; материаловедение и обработка материалов; детали машин; взаимозаменяемость, метрология и технические измерения; основы эксплуатационной надежности.

3.1. В соответствии с вышеизложенным в курсовой работе должны решаться следующие задачи:

- развитие и закрепление навыков ведения самостоятельной работы;
- проектирование современных технологических процессов механосборочного производства;
- овладение методикой анализа и технико-экономического обоснования выбранного технологического процесса с учетом вопросов ресурсо- и энергосбережения, обеспечение безопасного ведения работ и охраны окружающей среды;
- повышение эффективности технологических процессов путем использования новейших методов получения заготовок и их обработки (ультразвук, пульсации, электромагнитные поля, радиация, плазмотехнология, ТВЧ и т.п.), активного контроля процесса мехобработки;
- снижение трудоемкости технологических процессов за счет комплексной механизации и автоматизации, использования механизированного инструмента и быстродействующей оснастки.

Объектом технологической разработки может быть:

- деталь, с технологией изготовления которой студент познакомился в ходе технологической практики после 3-го курса;
- деталь, типовая для машины или аппарата (трубопроводной арматуры), в сборке которой студент принимал участие в ходе практики;
- деталь, чертеж которой прилагается преподавателем к бланку задания на курсовое проектирование;
- деталь, рабочий чертеж которой выполнен студентом в курсовом проекте по дисциплине «Детали машин».

3.2. Тематика курсовых работ, в основном, включает проектирование маршрутных и операционных технологий механической обработки деталей машин с выбором и обоснованием методов получения заготовок, их конструированием с установлением исходных размеров и допусков, а также экономическое обоснование правильности выбранной технологии, с описанием основ техники безопасности и охраны окружающей среды при ведении технологических процессов.

3.3. Содержание, объем и защита курсовой работы.

Курсовая работа содержит один лист формата А3 или А4 графического материала, представляющий собой рабочий чертеж детали с нанесенным на него контуром сконструированной заготовки и техническими требованиями на ее изготовление, а также пояснительную записку, включающая следующие разделы: Введение, технологическая часть, ресурс- и энергосбережение, охрана труда, экология, заключение, список использованной литературы, приложение.

3.3.1. Титульный лист (см. приложение 1)

Титульный лист является первой страницей пояснительной записки и включает следующие сведения:

- наименование министерства образования РФ;
- наименование головного университета;
- наименование института;
- наименование кафедры;
- наименование пояснительной записки;
- наименование темы курсовой работы;

- фамилии и инициалы заведующего кафедрой, руководителя проекта и исполнителя (студента);
- шифр группы студента;
- место и год написания пояснительной записки.

3.3.2. Реферат

Реферат курсовой работы содержит краткую информацию о выполненной работе, включающей сведения об объеме пояснительной записки, количестве иллюстраций, таблиц, приложений, количестве использованных библиографических источников, перечень ключевых слов, текст реферата.

Перечень ключевых слов включает не более 15 слов и словосочетаний из текста пояснительной записки, которые в наибольшей мере характеризуют его содержание. Ключевые слова приводятся в именительном падеже и пишутся прописными буквами в строку через запятую.

Текст реферата должен отражать:

- объект разработки или исследования;
- цель работы;
- основное содержание проведенной работы;
- полученные результаты, их особенности и новизна;
- область применения результатов.

Объем реферата - 1 страница.

Пример оформления реферата приведен в приложении 2.

3.3.3. Содержание

Содержание включает все разделы курсовой работы, начиная со введения, а затем номера отдельных разделов, подразделов, пунктов, подпунктов, заключение, перечень использованной литературы, порядковые номера и наименования приложений. Указываются страницы, с которых начинаются перечисленные разделы.

Содержание помещают в пояснительной записке после реферата на новой странице.

3.4. Введение

Во введении должна быть сформулирована цель работы, показаны важность и актуальность рассматриваемой темы с точки зрения расширения кругозора студента и приобретенных им навыков, связь данной работы с другими работами или изученными дисциплинами. Введение не нумеруется и размещается на отдельных 1-2 листах записки.

3.5. Основная часть

3.5.1. Подраздел «Анализ рабочего чертежа детали» включает:

- формулировки служебного назначения детали;
- краткие характеристики конструкции детали с техническими требованиями на изготовление, их полнотой и соответствием служебному назначению отдельных исполнительных поверхностей;
- характеристики материала детали;
- точность изготовления отдельных исполнительных и связующих поверхностей, в связи с их шероховатостью;
- отклонения формы и расположения поверхностей;
- сведения о твердости всей детали и ее отдельных поверхностей;
- возможные пути производства детали с точки зрения применения высокоэффективных, безопасных и экологически чистых методов интенсификации технологических процессов;
- оценки технологичности детали, с учетом наиболее сложных с точки зрения изготовления конструкторских элементов;
- выбор способа обработки детали, оборудования, черновых технологических баз;
- варианты способов получения заготовки применительно к заданному типу производства.

3.5.2. Подраздел «Технологическая часть» включает обоснование:

- выбора метода получения заготовки и ее конструирования с установлением размеров, норм точности, технических условий на изготовление;
- выбор и обоснование оптимального технологического маршрута обработки заготовки с учетом рационального использования материала и технологичности процесса;
- выбор методов достижения требуемой точности, технологических баз, оснастки, приспособлений, инструмента и оборудования;
- выбор (расчет) оптимальных режимов резания;

- расчет общих и промежуточных припусков и допусков;
- выбор измерительного, вспомогательного и режущего инструмента;
- проектирование специального приспособления на одну или две операции (если нет подходящего стандартного);
- определение технической нормы времени для одного технологического перехода каждой операции;
- оформление технологической документации, включая маршрутную и операционную карты, а также операционные эскизы.

3.5.3. Подраздел «Ресурсо- и энергосбережение». Этот раздел может быть оформлен как отдельным, самостоятельным разделом курсовой работы, либо вопросы ресурсо- и энергосбережения будут отражены в ходе формирования технологической части при обосновании выбора оптимального метода получения заготовки, при расчете коэффициента использования материала, вопросы утилизации тепла, стружки, смазочных материалов, герметизация и теплоизоляция и т.п. Выборе стойкости режущего инструмента и методов дополнительной обработки с целью повышения его работоспособности; выборе метода предварительной термической обработки для создания оптимальных условий работы режущего инструмента; выборе метода термической обработки или альтернативных способов повышения эксплуатационных характеристик детали при ее работе в машине; выбор наиболее производительных режимов резания с учетом мощности оборудования и т.п.

3.5.4. Подраздел охраны труда содержит информацию по рациональной организации рабочего места станочника с точки зрения предупреждения несчастных случаев как в ходе технологического процесса механической обработки, так и при работе с транспортными средствами, использовании электро-, пневмо- и гидроприводов, термических печей, газовой или электродуговой сварки и т.п.

Здесь дается характеристика профилактической работе и методам контроля по технике безопасности.

С точки зрения противопожарной безопасности должно быть учтено возможное обращение с огнеопасными веществами, использование открытого пламени, электроэнергии, газа и т.п.; места размещения средств пожаротушения и противопожарного инвентаря, вентиляционных устройств и т.п.

3.5.5. Подраздел, включающий вопросы охраны окружающей среды в первую очередь связали с возможными выбросами в атмосферу в ходе ведения технологического процесса или заточки режущего инструмента, пыли, различных газов, а также сброс отработанных веществ в канализацию.

3.6. В заключении студент делает оценку использованным новшествам при обеспечении технологического процесса механизации и автоматизации труда станочника, технико-экономические показатели и т.п.

Содержание заключительной части будет зависеть от темы выполняемой курсовой работы и это также должно быть здесь отражено (несколько эффективен процесс и технологична заготовка и деталь).

В зависимости от особенностей изделия по согласованию с руководителем отдельные разделы могут быть объединены или исключены, а также введены новые разделы.

Защита курсовой работы осуществляется публично в виде короткого доклада (5 ÷ 7 мин.) перед комиссией, состоящей из двух или более преподавателей, в присутствии студенческой группы или бригады студентов. Каждый из присутствующих на защите имеет право задавать вопросы по представляемому материалу и в русле содержания дисциплины «Технология машиностроения».

Если курсовая работа получает неудовлетворительную оценку, то студенту дается дополнительное время на доработку материала и повторную защиту, либо тема курсовой работы заменяется на новую, которая также должна быть защищена в сроки, определенные учебным графиком (до начала очередной сессии), указанные в задании и скрепленные подписями преподавателя и студента.

Именно по указанной причине студент должен четко соблюдать график выполнения курсовой работы, посещения консультаций, сроки предварительной и окончательной защиты работы.

4. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ МАТЕРИАЛА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

4.1. Общие требования

Единство требований к содержанию курсовой работы заложено в его типовой структуре, изложенной в разделе 1.3.

При выполнении курсовой работы в основу разработки всех разделов положен принцип единства разрабатываемых задач по технологии изготовления детали и ее экономике.

В ходе выполнения курсовой работы должны строго соблюдаться ГОСТы: ЕСКД, ЕСТД, ЕСТПП и др.

Страницы пояснительной записки имеют сквозную нумерацию арабскими цифрами, которые проставляют в правом верхнем углу (без точки).

4.2. Пояснительную записку составляют по форме 5 и 5а ГОСТ 2.106-68, а необходимые схемы, таблицы допускается выполнять на листах любых форматов, установленных ГОСТ 2.301-68.

Пояснительная записка в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-79 должна выполняться машинописным или рукописным способами.

Текст располагается следующим образом: расстояние от рамки формы до границ текста оставляют в начале строк не менее 5 мм, в конце строк – не менее 3 мм; расстояние от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней рамки формы оставляют не менее 10 мм.

Обзацы в тексте начинают отступлением $15 \div 17$ мм.

Повреждения страниц пояснительной записки, помарки и следы не полностью удаленного прежнего текста (графики) не допускаются.

При выполнении пояснительной записки машинописным способом (в том числе с использованием принтера ПЭВМ) текст печатается на одной стороне страницы через два интервала, шрифт должен быть чертежный, четким не менее 2,5 мм.

При рукописном способе текст выполняется основным чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304-81 с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм черными (синими, фиолетовыми) чернилами, тушью или пастой.

Страницы пояснительной записки нумеруются. На первой странице (титульном листе) номер не ставится. Если в пояснительной записке имеются рисунки и таблицы, расположенные на отдельных листах, их необходимо включать в общую нумерацию страниц.

Содержание рекомендуется помещать после титульного листа. В содержании приводят наименование разделов и подразделов пояснительной записки, список литературы и приложения.

Каждый раздел пояснительной записки рекомендуется начинать

с новой страницы. Наименование разделов и подразделов должны быть краткими и соответствовать содержанию. В заголовках на первом месте должно быть название объекта (имя существительное), а затем – определение в порядке их значимости.

Разделы и подразделы должны быть пронумерованы. Номера разделов обозначаются арабскими цифрами с точкой в конце, номера подразделов состоят из номера раздела и подраздела, разделенные точкой.

Заголовки, вместе с их порядковыми номерами, записывают прописными буквами, а при выполнении рукописным способом – основным чертежным шрифтом. Высота цифр порядкового номера и букв в наименовании должна быть одинаковой. В заголовках переносы слов не допускаются, точки в конце не ставятся. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Расстояние между основаниями строк в заголовках должны быть такие же, как и в тексте. Расстояние между заголовком (в том числе и подраздела) и последующим текстом составляет 3÷4 интервала, а при рукописном способе – 15 мм.

Расстояние между заголовком раздела и последней строкой предыдущего текста – 3 интервала, а при рукописи – 10 мм. Если текст пояснительной записки имеет пункты, то порядковая нумерация их включает номер раздела, подраздела и порядковый номер пункта, разделенные точкой. В конце номера пункта ставится точка.

Текст пункта вместе с порядковым номером записывается с абзаца.

Подпункты в пределах каждого пункта могут обозначаться буквами русского алфавита со скобкой или арабскими цифрами, аналогично нумерации пункта с учетом номера подпункта. В конце номера подпункта ставится точка.

Текст подпункта вместе с порядковым номером или буквой со скобкой начинают с абзаца. Подпункты отделяются друг от друга точкой с запятой.

Текст пояснительной записки излагают кратко, емко, с использованием технической терминологии, четко, не допуская различных толкований. Не рекомендуется применять сложные предложения и обороты.

Принятая в тексте терминология должна соответствовать стандартной, а при отсутствии стандарта – общепринятой в научно-технической литературе.

Цифровой материал, как правило, оформляется в виде таблиц. Размеры таблиц выбирают произвольно, в зависимости от изложения материала. Высота строк таблиц должна быть не менее 6 мм.

Таблицы должны иметь головку и боковик. В головках записывают заголовок и подзаголовок графы, а в боковике – заголовки строк. Диагональные деления головки таблиц не допускаются. Заголовки и подзаголовки граф таблиц начинают с прописных букв. Заголовки указывают в единственном числе.

Графы таблиц нумеруют только в том случае, если на них имеются ссылки в тексте пояснительной записки.

Пояснительная записка содержит все необходимые расчеты, описания, обоснование и пояснения по всем основным разделам курсовой работы.

Объем пояснительной записки составляет 20 ÷ 25 страниц рукописного текста. В соответствующих местах текста делают ссылки на чертежи (или отдельные позиции на них) и использованную литературу.

Графики, эскизы, рисунки и другие иллюстрационные материалы выполняют на отдельных листах, которые вкладывают между страницами текста.

Перечень использованной литературы составляют в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-84.

4.3. Графическая часть курсовой работы выполняют на 1 ÷ 2 листах чертежей формата А3 или А4 (допускается А2 и А1) в карандаше при полном соответствии с требованиями ЕСКД. Каждый формат чертежа должен иметь рамку, обеспечивающую поля: с левой стороны 20 мм; справа, снизу и сверху – по 5 мм.

В правом нижнем углу каждого формата от линии рамки помещается основная подпись (угловой штамп). Спецификация (если чертеж сборочный) по ГОСТ 2.108-68 составляют на отдельных листах и подшивают в Приложение. Однако, в учебных проектах, допускается выполнение спецификации над основной надписью.

В процессе выполнения графического материала чертежи выполняют в тонких линиях твердым остро отточенным карандашом, а после

разрешения руководителя проекта обводят в соответствии с ГОСТ 2.303-68 и снабжают их необходимыми надписями и размерами.

Для выполнения чертежа детали следует прежде всего выбрать чертеж детали, его формат, который должен соответствовать размерам предполагаемого изображения.

Деталь должна быть изображена, как правило, в натуральную величину. В зависимости от размеров в сложности детали может быть выбран масштаб увеличения или уменьшения. Для выносных элементов следует использовать только масштаб увеличения.

При выполнении чертежей деталей следует ограничиться минимальным количеством изображений (видов, разрезов, сечений). Для деталей, представляющих собой тела вращения, в большинстве случаев достаточно дать одно изображение, добавляя к нему, при необходимости, частичные виды, разрезы, сечения и выносные элементы.

При этом чертеж детали должен содержать все данные, необходимые для ее изготовления и контроля: номинальные размеры, предельные отклонения размеров, формы и расположения поверхностей и их осей; параметры шероховатости поверхности; марку материала, вид упрочняющей обработки и показатели свойств материала, полученных в результате этой обработки, и другие технические требования. Содержание и правила нанесения технических требований на чертеж детали приведены в ГОСТ 2.316-68.

Если в окончательно изготовленной детали должны быть центровые отверстия, выполняемые по ГОСТ 14034-74, то их изображать упрощенно с указанием только обозначения. При наличии двух одинаковых отверстий достаточно изобразить одно из них.

Центровые отверстия на чертеже детали не изображать и в технических требованиях никаких сведений не приводить, если эти отверстия в дальнейшем не будут использованы (например, при ремонте).

Если у центрального отверстия имеется резьба, на чертеже необходимо привести размеры, характеризующие резьбу: глубину отверстия под резьбу, диаметр и длину резьбы.

Если отверстия под винты, шрифты и другие аналогичные детали обрабатываются в процессе сборки, на чертежах детали такие отверстия не изображают и никаких сведений в технических требованиях не помещают. Необходимые данные для обработки этих отверстий приводят на сборочном чертеже.

На чертежах деталей не допускается помещать технологические

указания. В виде исключения можно указать совместную обработку, притирку, гибку, развальцовку и т.д. Эти данные приводят на полке линии-выноски или в технических требованиях.

Правила оформления чертежей типовых деталей машин: зубчатых и червячных колес, червяков, звездочек, шкивов, валов приведены в гл. 3. Там же помещены примеры выполнения чертежей этих деталей.

Графический материал должен включать:

- а) чертеж детали, с нанесенным на него контуром будущей заготовки, а также карту раскроя (если это необходимо);
- б) чертеж приспособления (сборочный) в рабочем состоянии (если имеется специальная разработка);
- в) операционные эскизы (допускается представлять в Приложение на формате А4).

На чертежах может быть дана текстовая часть, надписи и таблицы в тех случаях, когда содержащаяся в них информация, данные, указания и разъяснения невозможно или нецелесообразно выразить графически или условными обозначениями. Текстовую часть располагают над основной надписью чертежа.

Технические требования на чертеже излагают в соответствии с ГОСТ 2.316-68 в следующем порядке:

- требования, предъявляемые к материалу, заготовке, их термической обработке;
- требования к качеству поверхностей, указания по отделке или покрытию;
- предельные отклонения размеров, формы и взаимного расположения поверхностей и т.п.;
- другие требования к качеству изделий;
- условия методики испытаний;
- условия по маркированию и клеймению;
- правила упаковки, транспортирования и хранения.

Пункты технических требований должны иметь сквозную нумерацию. Каждый пункт записывают с красной строки. Заголовок «Технические требования» не пишут.

Чертеж приспособления (технической оснастки) выполняют в двух видах. Если конструкция приспособления проста, то допускается вычерчивание общего вида приспособления (без представления отдельных его деталей).

Операционные эскизы выполняются на формате А4 и разрабатываются в соответствии с требованиями государственных стандартов, предназначены для графического иллюстрирования технологического процесса и отдельных его элементов.

На операционном эскизе тонкими линиями выполняется контур обрабатываемой заготовки на конкретном переходе. Обработанные поверхности на данном переходе обводят сплошной линией по ГОСТ 2.303-68 толщиной $2 \div 3$ мм с изображением контура режущего инструмента в конечном положении и указанием направления подачи стрелкой в сочетании с латинской буквой «S».

На эскизах (как и на чертеже детали) все обрабатываемые поверхности нумеруют арабскими цифрами, снабжая их выносными линиями и занося в окружность диаметром $6 \div 8$ мм. Номера поверхностей, указанные в содержании переходов операционной карты и на операционном эскизе должны совпадать.

Масштаб эскизов принимается произвольно, но с учетом его размещения на формате А4.

На каждом эскизе необходимо показать:

- заготовку (деталь) в рабочем положении с использованием условных обозначений установочных и зажимных элементов согласно ГОСТ 3.1107-81;
- поверхность, обработанную на данном переходе жирными линиями;
- режущий инструмент в конце рабочего хода с указанием направления подачи;
- размеры обработки, которые должны быть обеспечены при выполнении данного перехода, с указанием предельных отклонений и требуемой шероховатости обработанных поверхностей;
- технические требования и др.

На одном из эскизов изображается заготовка (деталь), установленная в приспособлении, которое является объектом разработки в курсовой работе. Приспособление и режущий инструмент изображаются эскизно, но с соблюдением требований ЕСКД.

Допускается выполнение комплексного операционного эскиза, содержащего информацию по нескольким технологическим переходам, если это не загромождает изображение.

В случае необходимости внесения изменений в конструкцию детали с целью дополнения информации (уточнение соответствия точ –

ности размера и шероховатости поверхности, допускаемые отклонения размера, формы или расположения поверхностей, базы и т.п.) или модернизации конструкции детали (обеспечение стандартизации, унификации отдельных конструкторских элементов детали) предварительно оговорить эти вопросы с руководителем проекта и только с его разрешения вносить изменения в чертеж.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

5.1. Определение типа производства

Тип производства определяется с учетом широты номенклатуры, регулярности, стабильности и объема выпуска продукции.

При определении задания на курсовую работу студент из таблицы выбирает объем выпуска продукции. На основании этого объема приблизительно определяет тип производства следующим способом. Зная годовой выпуск продукции в штуках, следует определить производственную мощность, т.е. расчетный максимально возможный выпуск изделий в единицу времени. Для чего годовой выпуск продукции делится на число рабочих дней в году, определяется мощность цеха в день, а если необходимо – в час при одно-, двух- и трехсменной работе. Если число деталей, выпускаемых в день (смену или единицу времени) незначительно, то это скорее всего единичное, либо мелкосерийное производство. Если же эта величина составляет десятки или сотни штук – среднесерийное, крупносерийное или массовое.

После грубой оценки типа производства составляется один или несколько технологических маршрутов изготовления детали, после чего уточняется выбранный тип производства по коэффициенту закрепления операций по формуле:

$$K_{з.о.} = O / P,$$

O – число всех различных технологических операций;

P - число рабочих мест.

Для массового производства $K_{з.о.} = 1$, для крупносерийного – $1 < K_{з.о.} \leq 10$; для серийного $10 < K_{з.о.} \leq 20$; для мелкосерийного: $20 < K_{з.о.} \leq 40$. Для единичного производства $K_{з.о.}$ не регламентируется.

Пример: На участке в течение месяца изготавливается 11 деталей.

В ходе проектирования технологического процесса пришли к заключению, что производство мелкосерийное, составили предвари – тельный маршрут обработки, который включал в себя 19 технологических операций, выполняемых на 13 видах оборудования и верстаках. Принимаем, что все виды оборудования равномерно загружены при изготовлении детали, тогда

$$K_{з.о.} = \frac{11 \cdot (19)}{13} = 16,1$$

В таком случае имеет место среднесерийное производство.

5.2. Анализ рабочего чертежа детали включает:

1. Определить служебное назначение детали.
2. Указать исполнительные и связующие поверхности, действующие нагрузки, возможные причины выхода из строя и технологические способы повышения работоспособности в ходе эксплуатации.
3. Анализ материала. Марка стали, ее состав, свойства (в т.ч. и технологические) после соответствующей требованиям чертежа термообработки.
4. Анализ соответствия точности и шероховатости отдельных поверхностей.
5. Оценить форму и геометрические размеры детали с точки зрения выбора метода получения заготовки для конкретного типа производства, ее жесткости и сложности обработки на том или ином металлообрабатывающем станке.
6. Оценить технологичность конструкции детали с учетом наличия стандартных и оригинальных конструкторских элементов детали (размеры отдельных элементов конструкции, фаски, канавки, резьбы, пазы, модули и т.п.), возможностей использования универсальных режущих инструментов и приспособлений; необходимость использования трудоемких методов обработки с целью достижения заданной точности и чистоты (с учетом средней экономической точности конкретного метода обработки).

7. Анализ формы детали с точки зрения выбора черновой и последующих технологических баз для отдельных возможных методов механической обработки, в зависимости от способа получения заготовки и последующей механической обработки, применительно к конкретному типу производства (вариантов может быть несколько).

5.3. Выбор метода получения заготовки

При выборе метода получения заготовок следует руководствоваться следующими требованиями:

- форма заготовки должна быть близка конфигурации готовой детали с целью обеспечения высокого коэффициента использования металла;
- выбор оптимального метода получения заготовки осуществляется с учетом типа производства и технологичности изготовления;
- поверхности, используемые в качестве черновых баз, должны быть гладкими, без литников, прибылей, литейных или штамповочных уклонов, без заусенцев и без заливов по линии разъема формы (штампа);
- для устранения внутренних напряжений и обеспечения хорошей обрабатываемости резанием заготовки должны быть предварительно подвергнуты термической обработке: отжигу или нормализации (например, с целью удаления отбеленного слоя на отливках из чугуна);
- для обеспечения более высокого качества заготовки необходимо устранить все обнаруженные дефекты: раковины, заливки, окалины, пригары, заусенцы, трещины, неровности и др.;
- при наличии дефектов проката (отклонение от правильной геометрической формы, неровности, изгибы, заломы и т.п.) его необходимо подвергнуть правке (на прессах, ударным способом, на правильнокалибровочных вальцах и т.п.).

Как известно, для изготовления деталей машин и механизмов используются различные методы получения заготовок. Основными из которых являются следующие:

- прокат листовой (лист, полоса), сортовой (круг, квадрат, шестигранник), профильный (швеллер, тавр, двутавр, уголок, рельс), специальный (периодического профиля, фасонный), труба (круглого, квадратного, прямоугольного сечения, тонко- и толстостенные);
- литые из чугуна (крышки, втулки, кольца, корпусные детали), из стали (шкивы, маховики, блоки, станины); из цветных металлов (ручки, задвижки, подставки, вкладыши подшипников, корпуса); из пластмасс

(маховики, решетки, декоративные детали);

- пластическим деформированием: ковкой (свободной, в подкладных штангах); штамповкой (горячая, холодная, объемная, листовая, взрывом); из порошковых материалов горячим прессованием (спекание под давлением); формообразованием (гибкой, вытяжкой, осадкой, обжимом, отбортовкой, формовкой).

Наиболее широкое применение в машиностроении нашли заготовки из проката. Резка осуществляется на отрезных станках (ножовочных, дисковых пилах), рубкой (на прессах, ножницах), газовой или плазменной резкой.

Литые заготовки получают разовой формовкой в землю или стержнях как ручным, так и машинным способом; в кокили с много – кратным использованием металлической формы, по выплавляемым или газифицируемым моделям. Причем литье в разовые песчано-глинистые формы обычно применяют в единичном или мелкосерийном производстве для изготовления крупных и средних по размерам и массе деталей, имеют сравнительно большие припуски и напуски, значительное число разнообразных дефектов.

Литье в кокиль является более производительным и обеспечивается более высокое качество заготовок (прочность, шероховатость, точность и малые припуски), по сравнению с литьем в песчаные формы. Используется в основном в крупносерийном и массовом производстве.

Литье в оболочковые формы имеет сравнительно небольшую трудоемкость изготовления формы, высокое качество поверхности заготовок и точность размеров, незначительные припуски. Применяют в серийном производстве.

Для малогабаритных деталей типа тел вращения применяют центробежное литье. При изготовлении крупногабаритных деталей, деталей сложной конфигурации, несущих значительные нагрузки широко используют заготовки, получаемые обработкой давлением.

В условиях единичного и мелкосерийного производства – это свободная ковка универсальными бойками. Такие заготовки имеют большие припуски и напуски, что повышает трудоемкость последующей механической обработки. Для приближения формы заготовки к форме детали часто применяют подкладные штампы.

В серийном и массовом производстве заготовки получают в закрытых штампах (безоблойная штамповка), для изготовления зубчатых колес, крюков, рычагов, фланцев; обжатием на ротационно-ковочных машинах, поперечно-винтовой прокаткой – для условий массового произ-

водства.

Методом порошковой металлургии (практически безотходная технология) изготавливают детали из антифрикционных, конструкционных и специальных металлических порошков.

Комбинированные заготовки получают из отдельных элементов, соединяя их сваркой.

Выбор способа получения заготовки определяется путем сравнения себестоимости исходной заготовки и механической обработки.

Однако, при выборе метода получения заготовки можно руководствоваться некоторыми общими соображениями. Например: фасонные детали, не подвергающиеся ударным нагрузкам, растяжению или изгибу целесообразно изготавливать из чугунных отливок; а фасонные детали, испытывающие большие напряжения – из стальных. Заготовки в виде поковок и штамповок применяют преимущественно для деталей, работающих на изгиб, растяжение или кручение. Основным показателем экономичности выбранного метода получения заготовки является коэффициент использования материала:

$$K_{и.м.} = m_d / m_з,$$

где m_d – масса детали; $m_з$ – масса заготовки.

5.4. Выбор погрешности

Погрешности, возникающие в процессе установки (заготовки на станке или в приспособлении), связаны с погрешностями базирования, закрепления и самого приспособления.

Погрешности базирования возникают при несовпадении измерительной и установочной технологических баз.

Погрешности закрепления – вследствие смещения заготовки под действием зажимной силы, прилагаемой для фиксирования ее в станке.

Погрешности приспособления связаны с неточностью его изготовления, его изношенностью и неточностью его установки на станке.

При выборе баз в самом начале обработки приходится иметь дело с необработанными поверхностями (черновые базы), которые используют только на первой стадии механической обработки заготовки. Поэтому они должны быть по возможности простыми, правильной геометрической формы, с наименьшей шероховатостью, иметь доста-

точные размеры, обеспечивающие устойчивое положение на станке, а припуск – равномерным. Черновая база выбирается так, чтобы в первую очередь вести обработку тех поверхностей, которые будут использованы в качестве установочных при обработке остальных поверхностей детали.

Поэтому, выбору технологических баз должен предшествовать анализ служебного назначения детали с целью установления взаимосвязи между ее поверхностями.

Необходимо, по возможности, избегать смены баз при получении размеров высокой точности.

Следует стремиться к обработке возможно большего числа поверхностей детали за один установ.

На операционных эскизах указывают схему базирования, которая использует условное изображение зажимов и опор в соответствии с ГОСТ 3.1107-81.

5.5. Проектирование технологического маршрута обработки детали

Маршрут механической обработки детали составляют после выбора заготовки, и он представляет собой перечисление всех операций, необходимых для изготовления детали в последовательности их выполнения.

Намечая маршрут технологического процесса изготовления детали, придерживаются следующих правил:

1. Производят анализ действующего техпроцесса в условиях конкретного предприятия и по материалам литературных источников.
2. Производят анализ типовых технологических процессов обработки деталей и групповых методов обработки и выбирают рациональный техпроцесс для изготовления детали.
3. Выявляют необходимость расчленения технологического процесса изготовления детали на операции черновой, чистовой и отделочной обработки.

При назначении последовательности выполнения черновой и чистовой операций следует принимать во внимание следующие соображения:

а) операции черновой и чистовой обработки целесообразно разделить.

Совмещение черновых и чистовых операций может вызвать затруднения в достижении заданной точности из-за перераспределения внут-

ренных напряжений в детали или вследствие влияния значительных усилий при зажиме детали;

- б) нецелесообразно отделение черновой обработки от чистовой при изготовлении детали на станке с ЧПУ и на револьверном станке при обработке детали из пруткового материала;
- в) операции черновой обработки крупных деталей целесообразно отделить от чистовой обработки, т.к. объединение может повлечь за собой снижение точности обработки вследствие повышенного износа станка при больших нагрузках, которые имеют место при снятии стружек большого сечения.

4. Выбирают схему базирования и закрепления заготовки и намечают к обработке поверхности, принятые за технологические базы.

Выбор технологических (установочных) баз при проектировании технологических процессов имеет особое значение, от него зависит точность обработки и надежность крепления заготовки в приспособлении. Выбор баз связан с первой наметкой плана обработки заготовки, который подвергается уточнению на последующих этапах проектирования технологического процесса. Выбрав технологические базы, производят расчеты погрешностей базирования и на основе анализа обосновывают рациональные схемы установки.

Наилучшие результаты по точности механической обработки получают при соблюдении принципа совмещения технологических и измерительных баз. Если этот принцип выдержать невозможно, то следует использовать при обработке разных поверхностей одни и те же технологические (установочные) базы (принципы постоянства баз).

Если в конструкции детали отсутствуют надежные технологические (установочные) базы для механической обработки, то необходимо внести в конструкцию заготовки искусственные базы и обосновать их применение. При перемене баз и создании искусственных баз необходимо пересчитать промежуточные размеры и допуски. При этом, как правило, новую технологическую базу обрабатывают с более высокой точностью, а допуски на новые размеры приходится делать более жесткими. Базовые поверхности должны иметь достаточный размер, обеспечивающий прочность детали и надежность ее крепления во время обработки. Базовые поверхности должны быть выбраны так, чтобы при установке и зажиме обрабатываемой детали она не смещалась с заданного положения и не деформировалась под действием сил резания и усилий зажимов.

Выбранные схемы базирования должны обеспечивать удобство при установке и снятии заготовки с приспособления.

5. Разрабатывают маршрут технологического процесса:

- а) при разработке маршрута технологического процесса первыми следует выполнять те операции, на которых снимают наибольшие припуски, это можно объяснить следующим: при черновой обработке металла легче выявляются внутренние дефекты изделия (трещины, волосовики, раковины, шлаковые включения и т.п.), которые могут быть признаками брака данной детали; кроме того, при снятии больших припусков в максимальной степени уменьшаются внутренние остаточные напряжения, возникающие при кузнечной обработке, при литье или наплавке и т.д. Освобождение или снижение внутренних напряжений в начале обработки уменьшает склонность или исключает возможные коробления детали при последующей обработке;
- б) в первую очередь следует обрабатывать те поверхности и выполнять те операции, при которых в наименьшей степени уменьшается жесткость детали, исключается возможность прогиба и вибрации при последующей обработке;
- в) операции черновой механической обработки, при выполнении которых возможно появление повышенного брака из-за дефектов металла (трещины, раковины), следует выполнять в начале обработки детали;
- г) первоочередной обработке следует подвергать те поверхности детали, которые будут использованы в качестве установочных баз на последующих стадиях обработки;
- д) остальные поверхности подвергаются обработке в последовательности, обратной степени их точности. Наиболее точную или легкоповреждаемую (резьба, лабиринтное уплотнение) поверхность, имеющую наибольшее значение для работы обрабатывают в конце технологического процесса;
- е) в мелкосерийном и серийном производствах необходимо предусматривать использование станков с ЧПУ, полуавтоматов и револьверных станков, станков типа обрабатывающий центр, стандартный режущий и другой обрабатывающий и измерительный инструмент, специальную технологическую оснастку (УСП, УНП);
- ж) за одну установку детали желательно обрабатывать наибольшее число поверхностей;
- з) выполнение контрольных операций следует предусматривать: после окончания предварительной обработки, перед трудоемкими и ответственными операциями и после них;

- и) термическую обработку в технологическом маршруте предусматривают в следующих случаях:
- до выполнения операции механической обработки – предварительная термическая обработка для улучшения обрабатываемости каждого конкретного материала резанием (отжиг, нормализация, улучшение);
 - после черновой обработки резанием – промежуточная термическая обработка (нормализация, старение), для улучшения обрабатываемости резанием, снятия внутренних напряжений появляющихся по окончании черновой обработки, заготовки;
 - перед отделочной обработкой – окончательная термическая обработка для обеспечения надежности и долговечности деталей (проводят после чистовой обработки, но до отделочной, например, шлифованием).

Следует отметить, что разделение технологического процесса на три стадии (1 – черновая, 2- чистовая и 3 – отделочная обработки) не во всех случаях целесообразно. Например, при обработке заготовки с повышенной точностью и качеством поверхностей технологический процесс начинается с чистовой и даже с окончательной обработки, т.к. заготовка максимально приближена к размерам готовой детали. Если заготовка жесткая, поверхности небольших размеров могут быть обработаны окончательно в самом начале технологического процесса.

При разработке технологического маршрута необходимо учитывать требования к взаимному расположению поверхностей. Если, например, предъявляются высокие требования к соосности поверхностей вращения, следует стремиться к их обработке в одной операции и с одной установки.

В связи с невысокими требованиями к точности и качеству свободных (связующих) поверхностей, по сравнению с исполнительными (рабочими), их обработка заканчивается на стадии чистовых или даже черновых операций и по возможности включаются в качестве перехода в операции, где обрабатываются основные (исполнительные) поверхности.

к) В спроектированном технологическом процессе желательно использовать современные способы и методы обработки, повышающие качество и долговечность деталей машин (электрохимические, электрофизические, лазерные и т.п.).

6. Выбирают современные способы организации производства (с учетом сокращения транспортных промежуточных операций).

Выбор припусков и предельных размеров по технологическим переходам можно выполнять по таблице [4,5,11], либо рассчитывать ана-

литически [2].

После определения припусков на отдельные поверхности детали с учетом количества технологических переходов их значения следует занести в таблицу (пример заполнения):

Наименование: (номер) поверхности, технологичес- кого перехода или операции	Номи- нальный припуск на обра - ботку, мм	Номи- нальный размер заготов- ки дета- ли, мм	Допуск на вы – полняе- мый размер, мм	Квилитет и предельные отклонения основного и промежуточ- ного размера, мм
Наружная цилиндрическая поверхность, № 8 Заготовка	5,5	60,5	2,50	60,5h16 $\left(\begin{array}{l} +1,7 \\ -0,8 \end{array} \right)$
Черновое обта – чивание	4,0	56,5	0,40	56,5h12 (- 0,4)
Чистовое обта – чивание	1,0	55,5	0,20	55,5h 9 (- 0,2)
Шлифование	0,5	55,0	0,02	55,0h 6 (- 0,02)

Выбор режимов резания и их обоснование производится в соответствии со сведениями, полученными из курса «Технология конструкционных материалов» [8, 9].

Нормирование технологических операций следует производить, руководствуясь справочной литературой [44].

5.6. Выбор оборудования и оснастки

От правильного выбора оборудования, приспособлений, инструментальной оснастки в значительной мере зависит производительность труда, эффективность использования капитальных вложений и себестоимость продукции. Поэтому при выборе оборудования следует учитывать следующие факторы:

- тип производства;
- степень точности обработки детали и способ получения исходной заготовки;
- соответствие оборудования заданным параметром изделия;

- удобство управления и обслуживания;
- возможность автоматизации и механизации производства;
- размеры, мощность и стоимость оборудования.

Правила выбора технологического оборудования определены ГОСТ 14.304-73.

Выбор начинают с анализа формирования типовых поверхностей деталей и отдельных методов их обработки с целью определения наиболее эффективных методов обработки с учетом назначения и параметров изделия. Результаты анализа должны выявить значения основного времени, штучного времени и приведенных затрат на выполнение работ различными методами – лучшим вариантом считается тот, показатели которого минимальны.

При проектировании технологических процессов необходимо располагать всеми данными, характеризующими технологическое оборудование (паспорта различных моделей оборудования, каталоги и т.п.).

Выбирая оборудование следует руководствоваться следующими основными правилами:

- размеры рабочей зоны оборудования должны соответствовать габаритным размерам обрабатываемых заготовок (одной или нескольких);
- необходимо обеспечить заданную точность и качество обрабатываемой поверхности, что особенно важно при чистовой и отделочной обработке;
- мощность, жесткость и кинематическая схема оборудования должна соответствовать оптимальным режимам обработки;
- требуемая производительность оборудования должна соответствовать заданной программе выпуска.

Для условий серийного и массового производства наибольший экономический эффект дает использование станков с ЧПУ и поточного производства. Основными параметрами целесообразности изготовления деталей на станках с ЧПУ, является годовая программа и число запусков изделий в году. Если это число равно единице или двум, то нецелесообразно изготавливать детали на станках с ЧПУ, а использовать для этих целей универсальное металлорежущее оборудование с ручным управлением и высококвалифицированный персонал станочников. Если машинное время обработки детали достаточно велико, то следует практиковать многостаночное обслуживание.

Наибольшую производительность станков с ЧПУ можно достичь при концентрации выполнения черновых, получистовых и чистовых операций на одном станке. Если необходимо получить высокую степень

точности обработки детали (с допусками менее 0,05), то рекомендуется черновую обработку заготовки предварительно проводить на уни вер – сальном станке.

При обработке деталей на станках с ЧПУ особые требования предъявляются к литым заготовкам, т.к. колебания припусков размеров не должно превышать $1 \div 2$ мм.

Решающее значение для эффективного использования станочного парка имеет степень загруженности их по времени (коэффициент загрузки оборудования), коэффициент использования станков и режим работы (коэффициент сменности).

Коэффициент загрузки оборудования:

$$K_{з.о.} = \frac{T_{шт.г.}}{\Phi д \cdot Ноб},$$

где $T_{шт.г.}$ – суммарное штучно-калькуляционное время на годовую программу;

$\Phi д$ – годовой фонд времени работы оборудования;

$Ноб$ – количество единиц оборудования.

Коэффициент использования оборудования:

$$K_{и.} = \frac{T_m}{T_{шт.д.}},$$

где T_m – машинное время обработки одной детали;

$T_{шт.д.}$ – штучно-калькуляционное время обработки одной детали (или партии);

$K_{и.}$ – должен быть не ниже 0,85. Более низкий $K_{и.}$ указывает на неправильность подбора номенклатуры деталей для станков с ЧПУ.

Коэффициент сменности группы станков:

$$K_{см} = \frac{(N_1 + N_2 + N_3)}{N_{об}},$$

28

где N_1, N_2, N_3 - количество станкосмен при работе станков соответственно в одну, две и три смены;

$N_{об}$ - общее количество станков, работающих на участке (предприятии).

Пример. Рассчитать: как, если на участке работает четыре станка с ЧПУ, в том числе в одну смену – один, в две смены – три станка, а в три смены не работает ни один станок.

Решение:
$$K_{см} = \frac{(1 \times 1 + 3 \times 2 + 0 \times 3)}{4} = 1,75$$

Ответ: внедрение станков с ЧПУ эффективно при их работе в две смены с коэффициентом загрузки $0,8 \div 0,9$.

Практика работы машиностроительных предприятий показывает, что экономически невыгодно внедрять одиночные станки с ЧПУ, не считая это с комплексной автоматизацией всего технологического участка, с автоматизацией транспортных операций и контроля, создания условий для многостаночного обслуживания, а в дальнейшем – для безлюдной технологии. Наиболее эффективно сочетать работу станков с ЧПУ и роботов. Срок окупаемости робототехнических систем составляет 2,5 года. Экономический эффект при этом достигается за счет снижения расходов на заработную плату. Это касается станков типа обрабатывающий центр и роторных линий.

Расчетное количество оборудования:

$$C_p = \frac{N_z \cdot T_{шт.к.}}{\Phi_d \cdot 60},$$

где N_z – годовой выпуск продукции, шт;
 $T_{шт.к.}$ – штучно-калькуляционная норма времени на операцию, мин;

29

Φ_d – полезный или действительный годовой фонд времени оборудования, ч.

Этот фонд можно принять при двухсменной работе оборудования (4); для универсальных станков – 4015; для уникального оборудования и станков с ЧПУ – 3890; для рабочих мест без оборудования (верстаки, стенды и др.) – 4110.

В поточном производстве расчетное количество оборудования (рабочих мест) определяется для каждой технологической операции:

$$C_{pi} = \frac{T_{шт.i}}{\gamma},$$

где $T_{шт.i}$ – норма штучно-калькуляционного времени на i -той операции, мин;
 γ – такт потока, мин.

Расчетное количество мест часто получается дробным числом, поэтому по каждой операции устанавливается принятое число рабочих мест $C_{пр}$, допускается перегрузка в пределах 5 ÷ 6 % . Перегрузку можно компенсировать некоторым повышением режимов обработки.

Загрузка оборудования по операциям:

$$K_{зи} = (C_{pi} / C_{при}) \cdot 100 ,$$

и загрузка по линии в целом:

$$K_{з.сп} = \left(\frac{\sum_{i=1}^m C_{pi}}{\sum_{i=1}^m C_{при}} \right) \cdot 100 ,$$

где K_{zi} - процент загрузки на i -той операции;

$K_{з,ср}$ - средний процент загрузки по линии;

m - число операций.

На основании расчета загрузки оборудования составляется график загрузки оборудования поточной линии или отдельных видов оборудования.

30

При разработке технологического процесса необходимо правильно выбрать приспособления и обосновать этот выбор, поскольку применение приспособления позволяет снижать трудоемкость изготoвления продукции, длительность цикла производства; повышать точность и качество изделия, улучшать условия труда, расширять технологические возможности оборудования.

Выбор технологического оборудования определяет и выбор технологической оснастки, порядок которого определяет ГОСТ 14.305-73.

При выборе технологической оснастки осуществляется обширный комплекс взаимосвязанных работ:

- анализ конструктивных характеристик изготавливаемого изделия (габа – ритные размеры, материал, точность, параметр шероховатости и т.д.), а также изготовление детали (схемы базирования, способа фиксации, вид технологической операции, организационная форма процесса изготoвления и т.д.);
- группирование технологических операций, что позволяет установить наиболее приемлемую систему технологической оснастки и повысить коэффициент ее использования;
- определение исходных требований к технологической оснастке и на основании этих требований – отбор конструкций оснастки из имеющейся номенклатуры и определение необходимых расчетных данных для проектирования и изготовления новых конструкций (в последнем случае конструкция спроектированного приспособления должна быть представлена графически и текстовым описанием в пояснительной записке);
- выдача технических заданий на разработку и изготовление технологи – ческой оснастки.

Эффективность выбора технологической оснастки должна оцениваться по результатам ее внедрения на основе сопоставления фактических затрат с плановыми и учета эксплуатационно-технических пока – зателей производственного процесса изготовления изделия.

Выбор средств технологического оснащения процессов техни – ческого контроля определен ГОСТ 14.304-76.

5.7. Определение режимов резания

Режимы резания определяются глубиной резания t , подачей на оборот S_0 и скоростью резания V .

Режимы резания оказывают влияние на точность и качество обра-
31

ботанной поверхности, производительность и себестоимость обработки.

В порядке возрастания влияния на стойкость инструментов составляющие режимов резания располагаются следующим образом: t , S_0 , V . Поэтому для одноинструментной обработки при определении режимов резания в первую очередь назначают глубину резания, а затем подачу и скорость резания.

При обработке поверхности на предварительно настроенном станке глубина резания равна припуску на заданный размер этой поверхности.

Подача должна быть установлена максимально допустимой. При черновой обработке она ограничивается прочностью и жесткостью элементов системы станок – приспособление – инструмент – заготовка, а при чистовой и отделочной – точностью размеров и шероховатостью обрабатываемой поверхности. Определенная расчетом или по нормативам подача должна соответствовать паспортным данным станка.

Скорость резания зависит от выбранной глубины резания, подачи и ряда других факторов (качества и марки обрабатываемого материала, геометрических параметров режущей части инструмента и др.).

Скорость резания рассчитывают по соответствующим формулам или определяют по нормативным данным. Полученные значения скорости резания корректируют в соответствии с паспортными данными станка. По установленным режимам резания определяют эффективную мощность, которую проверяют по мощности станка.

Для многоинструментной обработки при назначении режимов резания в зависимости от метода обработки необходимо согласовать работу режущих инструментов, участвующих в выполнении данной технологической операции.

При многоинструментной обработке блоком, состоящим из комплекса режущих инструментов, режимы резания назначаются следующим образом. Для каждого инструмента устанавливают глубину резания и подачу так же, как и для одноинструментной обработки.

Для блока режущих инструментов определяют наименьшую (лимитирующую) подачу в соответствии с паспортными данными станка. Далее определяют инструмент, при отдельной работе которого потребовалась бы наименьшая скорость резания. Этот инструмент называется лимитирующим по скорости резания.

Вначале выделяют из комплекта несколько инструментов, которые могут быть лимитирующими. Для каждого из этих инструментов определяют коэффициент λ времени резания: $\lambda = l / l_{p.x.}$, где l – путь

32

резания заданного инструмента; $l_{p.x.}$ – путь рабочего хода инструментального блока.

Стойкость каждого выделенного инструмента рассчитывают по формуле: $T = T_m \lambda$, где T_m – условно-экономическая стойкость лимитирующих режущих инструментов данной наладки, учитывающая число инструментов в наладке, их типы и размеры, равномерность их загрузки и другие факторы. Значение T_m определяется по нормативным данным.

Для выделенных инструментов, которые могли бы быть лимитирующими, с помощью нормативных данных определяют по стойкости скорость резания (так же как для одноинструментной обработки). Наименьшая скорость резания будет у лимитирующего инструмента.

5.8. Порядок заполнения маршрутной и операционной карт

С о д е р ж а н и е о п е р а ц и и в маршрутной карте раскрывается при маршрутном изложении технологического процесса в единичном и опытном производстве. В маршрутных картах, прилагаемых к развернутым технологическим процессам (серийное и массовое производство), содержание операций по переходам не приводится, так как оно записывается в операционных картах.

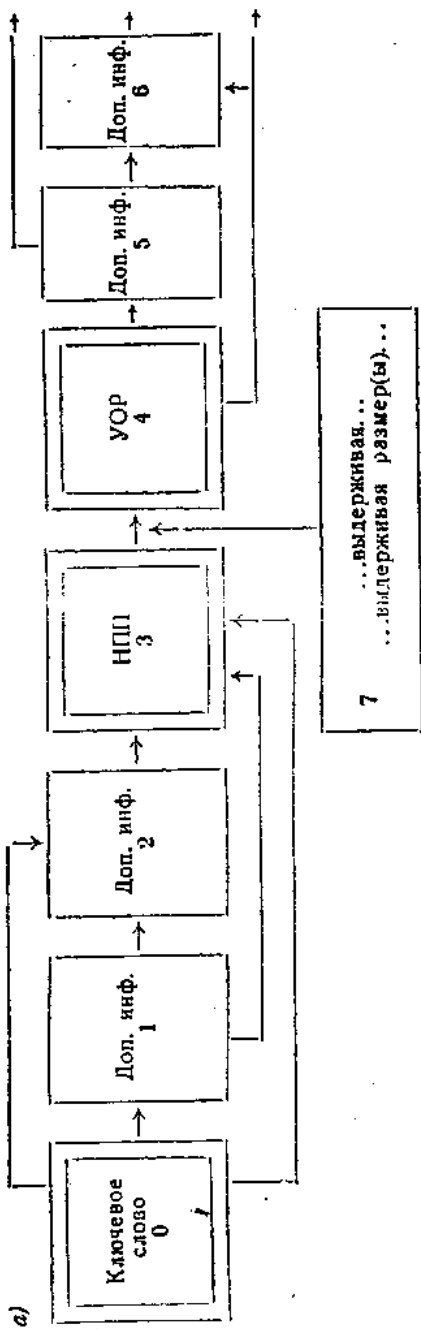
З а п и с ь с о д е р ж а н и я о п е р а ц и и при маршрутном изложении технологического процесса может быть полной или сокращенной. ГОСТ 3.1702-79 определяет схему записи (схема 2), которая начинается с ключевого слова – глагола в неопределенной форме, характеризующего метод обработки: *точить, сверлить, фрезеровать* и т.д. (табл.3). Далее в определенной последовательности (см. приведенную блок-схему) указывается дополнительная и основная информация. Первая дополнительная информация (Доп.инф. 1), записываемая сразу после ключевого слова, указывает на количество последовательно или одновременно обрабатываемых поверхностей: 2, 3, 4 ... Вторая дополнительная информация (Доп.инф. 2), приводимая при полной записи вслед

за первой, характеризует обрабатываемую поверхность. При записи этой информации следует придерживаться определенных терминов, например *внутренняя, коническая, криволинейная, фасонная, ступенчатая, наружная* (... поверхность); *глухое, сквозное* (... отверстие); *штопочный, T-образный* (... паз) и т.д.

Наименование предметов производства, обрабатываемых поверхностей и конструктивных элементов (НППЗ) в записи содержания операции указывается после второй дополнительной информации. Стан –

Схема 1. Маршрутная карта с примерами заполнения некоторых граф

Инв. № подл.		Взам. инв. №		Инв. №		Подпись и дата						
1		3		4		5						
8												
9												
Маршрутная карта												
				6		Литера						
				7		Фланец						
10												
Материал		Заготовка		Единица нормиро-вания		Коэфф. исп. матер.						
Наименование, марка		Код	Код едипны величины	Масса детали	Код и вид	Профиль и размеры	Кол.дет.	Масса	Норма расхода			
II Серый чугунок СЧ 21-40 ГОСТ 1412-70		12	13	14 12,6	15	Отливка	17 1	18 15,9	20 15,9	21 0,79		
Номер	Часть	Наименование и содержание операции	Оборудование (код, наименование, инвентарный номер)	Приспособление и инструмент (код, наименование)	Код проф-сии	Код шт. вр.	Коэфф.	Код. раб.	Кол. одн. обрабат. деталей	Код тариф. сетки	Объем произ-вод. партии	Т.п.з
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
	I	Вертикально-фрезерная		Тиски 7200-0178 ГОСТ 21168-75				III			5000	8/2,5
			Вертикально-фрезерный БН12ПБ	Фреза 2214-0157 ВК6								
				Отправка 6222-0040 ГОСТ 13785-68								
	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Н. конгр.	Лист



б) Сверлить 2 глухих отверстия, выдерживая $d = 8 \pm 0,2$; $a_1 = 35 \pm 0,1$; $h = 12$, согласно эскизу

в) Точить внутреннюю поверхность, выдерживая размеры $d = 40 \pm 0,34$; $d_2 = 20 \pm 0,24$; $l = 40 \pm 0,2$; $r = 1,5$

окончательно

Схема 2. Запись содержания операции при маршрутном изложении технологического процесса: а – блок-схема; б, в – примеры

Таблица 1. Маршрутная карта

Номер графы	Содержание графы
1—5	Инвентарные номера, подписи и даты регистрации основного экземпляра
6	Обозначение детали (сборочной единицы) по конструкторскому документу
7	Наименование детали (сборочной единицы) по конструкторскому документу
8—9	Цифровое (кодовое) обозначение технологического процесса, маршрутной карты, технологического документа (по ГОСТ 3.1201—74)
10	Литера, присвоенная технологическому процессу
11	Наименование и марка материала
12	Код материала по классификатору
13	Код единицы массы детали или заготовки по классификатору
14	Масса детали по конструкторскому документу, кг
15	Код заготовки по классификатору и ее вид
16	Профиль и размеры заготовки
17	Количество деталей, изготавливаемых из одной заготовки
18	Масса заготовки, кг
19	Количество деталей, на которое установлена норма расхода материала (1, 10, 100 шт. и т. д.)
20	Норма расхода материала (кг) на одну деталь
21	Коэффициент использования материала
22	Номер цеха, в котором выполняется операция (процесс)
23	Номер участка, конвейера, поточной линии, склада или рабочего места
24	Номер операции (процесса) в технологической последовательности изготовления или ремонта изделия (включая контроль и перемещения)
25	Наименование и содержание операции (процесса)
26	Код, наименование (модель) и инвентарный номер технологического оборудования
27	Код и наименование приспособления и инструмента. Допускается указывать только специальную оснастку
28	Дробное обозначение: в числителе — коэффициент штучного времени при многостаночном обслуживании, в знаменателе — код профессии по классификатору
29	Дробное обозначение: в числителе — количество рабочих, занятых на операции, в знаменателе — разряд выполняемых работ
30	Дробное обозначение: в числителе — количество одновременно обрабатываемых деталей при осуществлении операции, в знаменателе — количество деталей, на которое установлена норма времени: 1, 10, 100 шт. и т. д.
31	Дробное обозначение: в числителе — код тарифной сетки, определяющей условия работы (горячие, холодные и др.), в знаменателе — код вида нормы (расчетный, хронометражный, опытно-статистический и др.)
32	Объем производственной программы, в шт. Графу заполняют только при серийном производстве

Номер графы	Содержание графы
33	Дробное обозначение: в числителе — норма подготовительно-заключительного времени на операцию, мин, в знаменателе — норма штучного времени на операцию, мин
34—38	Вносимые изменения
39—42	Подписи разработчиков (проверяющих и утверждающих), даты
43	Порядковый номер листа
44	Общее количество листов документа

Таблица 2. Группы операций обработки резанием

№ группы	Наименование группы	Применяемые станки (оборудование)
01	Автоматно-линейная	Автоматические линии
02	Агрегатная	Агрегатные
03	Долбежная	Долбежные
04	Зубообрабатывающая	Зубофрезерные, зубострогальные, зубошлифовальные и др.
05	Комбинированная	Сверлильно-фрезерные и др.
06	Отделочная	Хонинговальные, доводочные, полировальные, суперфинишные
07	Отрезная	Отрезные
08	Программная	Станки с программным управлением
09	Протяжная	Протяжные
10	Расточная	Расточные
11	Резьбонарезная	Гайконарезные, резьбофрезерные и др.
12	Сверлильная	Сверлильные
13	Строгальная	Строгальные
14	Токарная	Токарные, токарно-винторезные, многорезцовые и др.
15	Фрезерная	Фрезерные (кроме зубо- и резьбофрезерных)
16	Шлифовальная	Шлифовальные (кроме зубошлифовальных)

Таблица 3. Ключевые слова технологических переходов и их условные коды

Код	Ключевое слово	Код	Ключевое слово
01	Вальцевать	25	Рассверлить
02	Врезаться	26	Расточить
03	Галтовать	27	Сверлить
04	Гравировать	28	Строгать
05	Довести	29	Суперфинишировать
06	Долбить	30	Точить
07	Закруглить	31	Хонинговать
08	Заточить	32	Шевинговать
09	Затыловать	33	Шлифовать
10	Зенкеровать, зенковать	34	Цековать
11	Навить	35	Центровать
12	Накатать	36	Фрезеровать
13	Нарезать
14	Обкатать	80	Выверить
15	Опилить	81	Закрепить
16	Отрезать	82	Настроить
17	Подрезать	83	Переустановить
18	Поддрезать
19	Притирать	86	Переместить
20	Приработать	87	Поджать
21	Протянуть	88	Проверить
22	Развернуть	89	Смазать
23	Развальцевать	90	Снять
24	Раскатать	91	Установить

дарт рекомендует термины, которые необходимо использовать при этом: *деталь, заготовка, червяк, цилиндр, поверхность, резьба, рифление, ступень, сфера, торец, контур, конус, лыска, фаска, отверстие, галтель, буртик, выточка* и т.д.

Условное обозначение размеров и конструктивных элементов с числовыми данными (УОР4) приводятся после слов «выдерживая» или «выдерживая размер (размеры)», которые в записи содержания операции записываются после наименования предметов производства,

обрабатываемых поверхностей или конструктивных элементов. Приняты следующие обозначения:

d (D) — диаметр; l — длина; b — ширина; Z — угол; t — шаг; h — глубина, высота; R — радиус поверхности. Размерность всех линейных величин (мм) при записи не указывается.

Дополнительная информация (Доп. инф. 5), приводимая после размеров, указывает фаски (c) и радиусы закруглений (r) на обрабатываемых поверхностях. Завершает запись содержания операции дополнительная информация (Доп. инф. 6), определяющая характер обработки или количество одновременно (последовательно) обрабатываемых поверхностей. Рекомендуемые при этом термины следующие: *окончательно, предварительно, с подрезкой торца, по копиру, по программе, согласно чертежу, согласно эскизу, одновременно, последовательно.*

Полная запись содержания операции или нескольких операций в маршрутной карте обычно делается при отсутствии (или недостаточно полных) графических изображений, а также для

комплексного отражения всех осуществляемых действий по обработке (изготовлению) детали.

Сокращенная запись делается при наличии графических изображений, достаточно полно отражающих всю необходимую информацию. При сокращенной записи некоторая дополнительная информация не дается.


Следует отметить, что при маршрутном изложении технологического процесса в записи некоторых операций допускается указывать в одном предложении несколько ключевых слов, характеризующих последовательность обработки изделия в данной операции, например: *сверлить, зенкеровать и развернуть 2 сквозных отверстия с последующим зенкованием фасок, выдерживая...*

Данные об оборудовании и оснастке приводятся в маршрутной карте в соответствующих графах (26, 27). При заполнении графы об оборудовании обычно указывают модель станка и его наименование. Режущий, вспомогательный и мерительный инструмент, используемые приспособления записываются в графе маршрутной карты в соответствии с принятыми обозначениями по действующим ГОСТам и нормам, а специальная оснастка — в соответствии с правилами действующих на предприятиях нормативных документов. Универсальный мерительный инструмент в маршрутной карте как правило не указывается (табл. 4).

Кодовая запись данных об оборудовании и оснастке характерна для машинного проектирования и в практике пока встречается сравнительно редко.

Операционная карта механической обработки — документ, содержащий описание технологической операции с указанием переходов, режимов обработки, оборудования, средств оснащения и т. д. (табл. 5). Ряд граф операционной карты (1... 10, 11, 12, 13, 15, 22...26, 38...48) заполняется аналогично графам маршрутной карты (см. табл. 1). При записи данных в других графах операционной карты следует придерживаться определенных правил (см. схему 3).

Таблица 4. Примеры заполнения некоторых граф маршрутной карты

Номер		Наименование и содержание операции	Оборудование (код, наимено- вание, инвентарный номер)	Приспособление и инструмент (код, наименование)
участка	операции			
	1	<p>Горизонтально-фрезерная. Фрезеровать паз, выдерживая $b = 8 + 0,2$; $h = 4 + 0,3$; $l = 25 + 1,0$ предварительно; шероховатость поверхности $12,5$</p> 	<p>Горизонтально-фрезерный 6М82Г</p>	<p>Тиски 7200—0205 ГОСТ 5.1310—72 Фреза 2240-0207 II 80×8 ПШ ГОСТ 9474—73 Оправка 6225-0147 ГОСТ 15067—75 Втулка 6010—0221 ГОСТ 15072—75 Кольца ГОСТ 15071—75</p>
	2	<p>Токарная. Точить заготовку, выдерживая размеры $d = 40_{-0,12}$; $d_1 = 20_{-0,11}$, $l = 45 - 0,5$; $l_1 = 60 - 0,5$ и фаску 2×45 согласно эскизу</p>	<p>Токарный 16К20</p>	<p>Патрон 7100—0011 ГОСТ 2675—80 Резец 2102—0005—ВК8—1 ГОСТ 18877—73 Резец 2105—0007—ВК8 ГОСТ 18879—73</p>

Содержание основных в вспомогательных переходов данной операции (20) записывается в соответствии с требованиями ГОСТ 3.1702-79. Вначале указывается первый вспомогательный переход. Например:

- А. Установить заготовку.
- Б. Закрепить заготовку.

В конце перечня переходов (операции) следует написать:

- В. Снять заготовку.

Допускается объединять вспомогательные переходы, например:

- А. Снять, установить и закрепить заготовку или; А. Снять, установить, выверить и закрепить заготовку.

При необходимости в процессе операции переустановить заготовку указывает в требуемом месте соответствующий вспомогательный -переход, например:

- Б. Переустановить и закрепить заготовку.

Б. Переустановить, выверить и закрепить заготовку. Некоторые часто повторяющиеся вспомогательные переходы, например, такие, как «Повернуть револьверную головку», «Отвести (подвести) револьверную золовку», в ряде случаев в перечне переходов не указывают. Их лишь учитывают при определении вспомогательного времени T_b ограничиваясь записью первого вспомогательного перехода: А. Снять, установить и закрепить заготовки (Переход "закрепить" включает в себя и переход "раскрепить").

Вспомогательные переходы записываются с использованием ключевых слов: *выверить, закрепить, настроить, переустановить, переместить, поджать, проверить, смазать, снять, установить*. Обозначаются вспомогательные переходы (графа 19) заглавными буквами русского алфавита.

Запись содержания основных переходов (графа 20), которые на данной операций нумеруются арабскими цифрами, осуществляется по полной или сокращенной форме.

Полная запись выполняется при необходимости перечисления всех выдерживаемых размеров (см. схему 4). Запись начинается с ключевого слова, характеризующего метод обработки (табл. 3). Далее приводится наименование предмета производства, обрабатываемой поверхности или конструктивных элементов (НПП) и (за словами «выдерживая» или «выдерживая размер») условное обозначение размеров и конструктивных элементов с числовыми данными (УОР). Например, «Точить

Таблица 5. Операционная карта механической обработки

Номер графы	Содержание графы
1...10	См. табл. 1
11	Наименование и марка материала
12	Масса детали по конструкторскому документу, кг
13	Профиль и размеры заготовки на данной операции
14	Твердость заготовки, поступившей для обработки
15	Масса заготовки на данной операции, кг
16	Количество деталей, одновременно обрабатываемых на ставке
17	Код и наименование приспособления
18	Наименование охлаждения
19	Номер перехода
20	Содержание перехода
21, 27,	Код и наименование вспомогательного, режущего и мерительного инструмента
28	Номер цеха, в котором выполняется операция
22	Номер участка
23	Номер операции по маршрутной карте
24	Наименование операции
25	Наименование и модель оборудования
26	Расчетные размеры, мм: диаметр или ширина; длина
29, 30	Глубина резания (мм) — t
31	Число рабочих ходов — l
32	Режим обработки:
33	Подача (мм/об, мм/мин, мм/зуб) — s
34	Частота вращения шпинделя (об/мин) — n
35	Скорость резания (м/мин, м/с) — v
36	Норма основного времени на переход (мин) — T_0
37	Норма вспомогательного времени на переход (мин) — T_n
38...48	Заполнение граф аналогично графам 34—44 маршрутной карты (см. табл. 2.3)

поверхность, выдерживая $d = 40 - 0,34$ и $l = 98 \pm 0,5$). Данная запись характерна для промежуточных переходов, не имеющих графических иллюстраций, и содержит исполнительные размеры с их предельными отклонениями.

Для переходов, которым соответствуют размеры графических иллюстраций (Табл. 6), форма записи будет следующей: «Точить поверхность, выдерживая размеры 1 и 2», т. е. указываются порядковые номера размеров, выдерживаемых на данном переходе.

Полная запись перехода может быть выполнена и по схеме, рекомендуемой при маршрутном описании технологических операций, т. е. с указанием различной дополнительной информации. Например: *«Точить наружную поверхность, выдерживая $d = 40 - 0,34$; $l = 98 \pm 0,5$ предварительно».*

Сокращенную запись переходов выполняют со ссылкой на условное (номерное) обозначение конструктивного элемента обрабатываемого изделия. При этом необходимо, чтобы на операционном эскизе обрабатываемые конструктивные элементы были обозначены номерами (схема 4). В этом случае размеры, выдерживаемые на операции, не нумеруют. Сокращенная запись переходов целесообразна при сравнительно простых операциях и переходах и когда графическая иллюстрация является четкой и ясной.

При заполнении граф операционной карты по инструменту (графы 21, 27, 28) указывают его наименование в соответствии с рекомендациями соответствующих стандартов (нормалей) на этот инструмент. При наличии у технологического процесса ведомости применяемой оснастки в операционной карте могут быть записаны лишь индексы инструмент. Универсальный мерительный инструмент в операционных картах, как правило, не указывается. В графе «Расчетные размеры» (29,30) приводят размеры обрабатываемых поверхностей: расчетный диаметр (ширину) и расчетную длину обработки L , определяемую с учетом величин врезания и перебега. При этом учитывают наибольший диаметр, по которому рассчитывают скорость резания. При обработке сверлом, зенкером, разверткой, метчиком в графе «Диаметр, ширина» пишут диаметр инструмента.

Глубина резания при обработке t и число рабочих ходов i (графы 31, 32) указываются в соответствии с условием обработки при переходе.

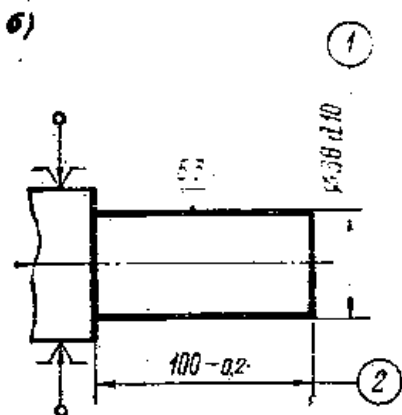
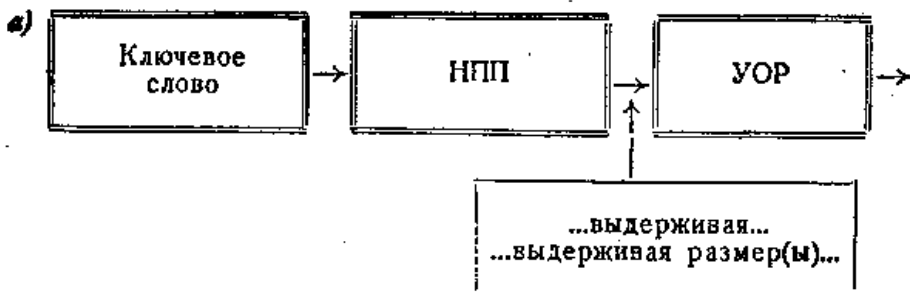
Подачу S (графа 33) в операционной карте принимают в зависимости от вида обработки: для токарных работ — на один оборот заготовки (мм/об); для строгальных, и долбежных — на один двойной ход стол и или резца (мм/дв. ход); для сверлильных, расточных, резьбонарезных и других видов обработки отверстий с вращением инструмента — на один оборот шпинделя станка (мм/об). При фрезерных работах в графе s записывается две подачи: в числителе — подача в минуту (мм/мин), а в знаменателе — подача на зуб (мм/зуб).

При фрезеровании шпоночных пазов (с маятниковой подачей) двухплёрыми фрезами указываются вертикальная и продольная подачи: в

Схема 3. Операционная карта с примером заполнения некоторых граф

Инв. № Подпись Взам. Инв. № Подпись подл. и дата инв. № дубл. и дата					Инв. № Подпись Взам. Инв. № Подпись и дата и дата													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
Операционная карта механической обработки																		
Номер цеха	Номер участ.	Номер операции	Наименование операции	Масса и марка материала детали	Фланец	Литера	Заготовка	Профиль и размеры/Твердость/Масса										
22	23	24	25 Вертикально-фрезерная	11 СЧ 21-40 ГОСТ 1412-70 12 12,6	13	14	15	14	15									
Коллч. одн. обрабат. деталей		Оборудование (наименование, модель)		Тиски 7200-0178		Охлаждение												
16	1	26	Вертикально-фрезерный 6Н12НБ	Приспособление (код и наименование) 17		18 б/охлаждения												
Содержание перехода		Инструмент (код и наименование)		Расчет. разм.		Режим обработки		Т ₀ Т _в										
19	А.	20	Снять, установить и закрепить заготовку	вспомогательный 21	режущий 27	измерительный 28	диаметр 29	ширина 30	t 31	v 32	с 33	и 34	п 35	н 36	в 37			
Фрезеровать поверхность, выдерживая размер I		Отправка 6222-0040 ГОСТ 13785-68		Фреза 2214-0157 ВК 5 ГОСТ 94732-71		Скоба №10 8113-0123 ГОСТ 18362-73		50	150	3	1	286	298	130	0,52	0,9		
38	39	40	41	42	Изм.	Лист № докум.	Дата	Изм.	Лист № докум.	Подпись	И. контр.	Разработ.	43	44	45	46	Лист 47	Листов 48

Схема 4. Запись основных переходов в операционных картах:
а-блок-схема; б – пример записи двух последовательных переходов



1. Точить поверхность, выдерживая размеры $d = 40 - 0,34$ и $l = 98 \pm 0,5$.

2. Точить поверхность, выдерживая размеры l и 2 .

числителе — вертикальная на двойной ход фрезы (мм/дв. ход), а в знаменателе — продольная в минуту (мм/мин).

При круглом наружном шлифовании с продольной подачей и при шлифовании отверстий подачу обозначают также дробью;

в числителе - продольная в долях ширины шлифовального круга на один оборот детали или в мм/об, а в знаменателе - вертикальная (поперечная) на двойной ход стола (мм/да. ход.)

При шлифовании методом врезания задается только поперечная подача на один оборот детали (мм/об), а при обработке плоскости торцем круга — вертикальная на оборот стола (при его вращении) или двойной ход стола (мм/об, мм/дв. ход).

При шлифовании плоскости периферией круга в графе s записываются три подачи: продольная (мм/мин), вертикальная (мм/раб,

Таблица 6. Примеры заполнения некоторых граф операционной карты механической обработки

Номер перехода	Содержание перехода	Инструмент (код и наименование)		
		вспомогательный	режущий	измерительный
А	Снять, установить и закрепить заготовку	Патрон 6152-0011	Сверло 18-3-НП-Р9Ф5 ГОСТ 12121-77	
1	Сверлить отверстие, выдерживая $d = 18 \pm 0,03$; $l = 45 \pm 1,0$	Вставка 6120-0021		
2	Зенкеровать отверстие, выдерживая $d = 19,85$ и $l = 40 \pm 0,5$	Вставка 6120-0022	Зенкер 20-№ 1 2323-0015-Р18 ГОСТ 12489-71	Пробка 19,85 8133-0932 ГОСТ 14810-69
3	Развернуть отверстие, выдерживая размеры 1 и 2	Патрон 6156-0073	Развертка 20Н8 2360-0379-ВК6 ГОСТ 11175-80	Пробка 20Н8 8133-0934 ГОСТ 14810-69

ход) и поперечная, выражаемая в долях ширины круга (от 0,1 до 0,9В) на дв. ход стола.

Для зубодолбежных станков в числителе приводят радиальную подачу на двойной ход долбяка — подача врезания (мм/дв. ход), а в знаменателе — круговую подачу на двойной ход долбяка — подача обкатки (мм/дв.ход). Для зубофрезерных станков при обработке червячными фрезами зубчатых колес указывается подача на один оборот заготовки (мм/об).

При нарезании червячных колес методом радиальной подачи в графе s пишется радиальная подача стола на один его оборот (мм/об); при нарезании методом тангенциальной подачи — осевая подача фрезы на оборот стола (мм/об).

Частота вращения шпинделя n (графа 34) задается обычно для всех станков в оборотах в минуту (об/мин). При круглом шлифовании

записывают; в числителе — частоту вращения круга (об/мин), в знаменателе — частоту вращения детали (об/мин).

Скорость резания и (графа 35) рассчитывается по наибольшему диаметру обработки на данном переходе (в м/мин). Для шлифовальных работ указывается скорость резания в м/с.

В графе T_0 (графа 36) записывают основное (машинное) время на переход с учетом затрат времени на врезание и перебеги инструмента для всех видов механической обработки и на обратный ход для обработки на станках с возвратно-поступательным движением инструмента (строгальный, протяжной и т. п.).

В графе T_b (графа 37) записывается вспомогательное время на переход, связанное с управлением станком и выполнением вспомогательных переходов и контролем,

Следует отметить, что в графах технологических карт, обведенных утолщенными линиями, помещается информация, необходимая для обработки технологических документов средствами вычислительной техники. Содержание, объем и кодирование необходимой для этого информации указаны в методических разработках ВНИИНМАШ — головной организации по разработке Единой системы технологической документации (ЕСТД) и Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
РОССИЙСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

НОВОМОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ

**Кафедра “Машины и аппараты химических
производств”**

КУРСОВАЯ РАБОТА
по технологии машиностроения
«Спроектировать технологический процесс
изготовления фланца»

Заведующий кафедрой / Ф. И.
О. /

Руководитель / Ф. И.
О. /

Студент гр. М - - .. / Ф. И.
О. /

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.

В курсовой работе представлен технологический процесс изготовления фланца в условиях серийного производства.

Объем пояснительной записки, выполненной рукописным способом, составляет 30 с. с иллюстрациями в количестве 5 рис., 3 таблиц, приложений 2 стр. и 15 использованных библиографических источника.

Ключевые слова: деталь, заготовка, технологический процесс, операция, переход, рабочий ход, глубина резания, подача, установ, резец, фреза, патрон трехкулачковый, тиски поворотные, шпиндель, суппорт.

С целью выбора наиболее рационального способа получения детали было сформулировано служебное назначение изделия, проведен анализ чертежа, обоснован метод объемного получения заготовки методом горячей штамповки в открытых штампах, определены припуски на механическую обработку исполнительных поверхностей фланца, выбрана и обоснована база базирования заготовки при обработке, определена технологичность детали, обоснован выбор и составлен технологический маршрут изготовления детали, составлена маршрутная карта, обоснован выбор металлорежущего оборудования, режущего и контрольно-измерительного оборудования; рассчитаны режимы резания и составлены операционные карты на три операции механической обработки фланца, составлены 5 операционных эскизов.

Новизна работы заключается в использовании установки «Булат» для повышения износостойкости твердосплавных пластин для режущего инструмента при токарной обработке, а также использование новых рецептур СОЖ для обработки аустенитной нержавеющей стали.

Результаты курсовой работы могут быть рекомендованы к использованию в условиях ремонтно-механического подразделения химического предприятия.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3.

Шероховатость поверхности и точность литых заготовок деталей

Виды литые	Материал	Размеры заготовок, мм	Параметры шероховатости, мкм, не более		Классы точности			
			R_a возможные	оптимальные		высокая точность	нормальная точность	низкая точность
				R_a	R_z			
В песчаные формы (в землю)	Черные металлы Цветные сплавы	— 1...1000 1000...2500	(25)...160	400	(1); (2); 3-й класс точности по ГОСТ 2009—55 и 1855—55	16; 17	16	
			(12,5)...50					(12)...14 14; 15
В кокиль	Черные металлы Цветные сплавы	— 1...180 180...1000	(6,3)...25	100	(1); 2-й класс точности по ГОСТ 2009—55 и 1855—55	14...16	14; 15	
			(3,2)...12,5					(11); 12 12...14
По выплавочным формам	Черные металлы Цветные сплавы	— 1...30 30...260 260...500	(1,6)...12,5	25	1-й класс точности по ГОСТ 2009—55 и 1855—55; допустимые для мелких деталей квалификации 11...13	14	14; 15	
			(1,6)...12,5					(10); 11 11...13 12...14
В оболочко-вые формы	Углеродистая сталь Серый чугун Цветные сплавы	— 1...260 260...1000	12,5...25	6,3	1-й класс точности по ГОСТ 2009—55 и 1855—55; для мелких деталей	14	15	
			6,3...12,5					(11)...13 12...14
Под давлением	Цинковые, магниевые и алюминиевые сплавы Медные сплавы	— —	(0,8)...6,3	25	1-й класс точности по ГОСТ 2009—55 и 1855—55; для мелких деталей	12	14; 15	
			6,3					11...13 12...14
Центробежное литье	—	—	3,2...25	12,5	(11)...13	14	15	

**Шероховатость поверхностей и точность заготовок деталей,
обрабатываемых давлением**

Вид обработки	Параметр R_e , мм	Точность, экономиче- ский	
		классы точности по ОСТ	квалитеты
Свободная ковка	100...12,5	9	16; 17
Горячая ковка в штампах	100...12,5	10...7	17...14
Горячая вырубка и пробивка	100...12,5	9...7	16...14
Горячая объемная штамповка без калибровки	50...12,5	5...3	11...9
Холодная штамповка в вытяжных штампах	Вытяжка полых деталей протистых форм	3,2...0,8	По диаметру 5...4 11...10 (9; 8)
	Глубокая вытяжка тех же деталей		По высоте 5...3 12...8 (7)
Холодная штамповка в вырубных, пробивных и зачистных штампах	Контурные размеры при вырубке плоских деталей	Зона среза 6,3...3,2 Зона скалывания 100...25	7...5 13; 12 (11)
	То же, при пробивке		5; 4 11 (9; 8)
	То же, при зачистке	3,2...0,8	4; 3 9; 8
	То же, при зачистке и калибровке	3,2...0,8	3; 2 7; 6
Круглый холодный прокат (калиброванный)	Сталь	3,2...0,8	—
	Латунь	1,6...0,4	—
Прокат труб	Алюминиевые сплавы	1,6...0,8	—
Прокат листовой	Сталь	3,2...0,8	—
	Латунь	1,6...0,4	—
Прокат ленты	Сталь	1,6...0,8	—
	Латунь, бронза	0,8...0,2	—
Прокат после обдувки песком	Сталь	6,3...3,2	—
	Алюминиевые сплавы	6,3...3,2	—

Шероховатость поверхности и точность при различных видах обработки деталей

Вид обработки		Параметры шероховатости, мкм		Точность экономическая	
		R _a	R _z	Классы точности по ОСТ	Квалитеты
Протягивание	Получистовое	6,3	25	3	9;8
	чистовое	3,2...0,8*	12,5...4,0	3;2	8;7
	отделочное	0,4...(0,2)	-	2	7
Зенкование плоское с направлением		12,5...6,3	50...25	-	-
Шабрение	грубое	6,3...1,6	25...6,3	4	
	тонкое	0,8...(0,1)	-	3;2а	9;8
Слесарная опиловка		25...(1,6)	100...6,3	4;3	11...8
Зачистка наждачным полотном (после резца и фрезы)		1,6...(0,2)	-	4;3	11...8
Шлифование круглое	получистовое	6,3...3,2	25...12,5	4;3	11...8
	чистовое	1,6...0,8*	-	3...1	8...6
	тонкое	0,4...0,2*(0,1)	-	2;1	5
Шлифование плоское	получистовое	3,2	12,5	4;3	11...8
	чистовое	1,6...0,8*	-	3;2	8...6
	тонкое	0,4...0,2*(0,1)	-	2	7;6
Прощивание	чистовое	1,6...0,4(1,25)	-	3;2	9...7
	тонкое	1,6(0,05)	-	2	7;6
Калибрование отверстий шариком или оправкой	После сверления	1,6...0,4(0,32)	-	3;2	9;8
	После растачивания	1,6...0,4(0,32)	-	2	7
	После развёртывания	1,6...0,05	-	2	7

Вид обработки	Параметры шероховатости, мкм		Точность экономическая		
	R _a	R _z	Классы точности по ОСТ	Квалитеты	
Обкатывание и раскатывание роликами или шариками при R _a исходном 12,5...3,2	1,6...0,4 (0,32)	-	3...1	9...6	
Наклёпывание шариками при R _a исходном 3,2...0,8	0,8...0,2	-	-	-	
Развальцовка	Чистовая	1,6...0,4	-	2;1	7
	Тонкая	0,2...0,1	-	2;1	6
Притирка	Чистовая	3,2...0,4	12,5...2,0	2;1	7;6
	Тонкая	1,6...0,1 (0,08)	-	1	5
Полирование	Обычное	1,6...0,2 (0,08)	-	2;1	6
	Тонкое	0,1...0,05	-	1	5
Доводка	Грубая	0,4*	-	2;1	7;6
	Средняя	0,2*...0,1	-	2;1	6;5
	Тонкая	0,05* (0,02)	-	1	5
	Отделочная (зеркальная)	0,025...0,012 (0,008)	0,125... 0,063	-	-
Хомингование	Плоскостей	0,4*...0,1	-	3;2	8;7
	Цилиндров	0,2*... (0,05)	-	2;1	7;6
Лаппингование	Предварительное	0,8...0,2	-	2;1	6
	Среднее	0,2	-	2;1	6
	Тонкое	0,1...0,025	-	1	6
Суперфиниширование	Плоскостей	0,4...0,2* (0,05)	-	1	5 и выше
	Цилиндров	0,4...0,1* (0,05)	-	1	5 и выше

Вид обработки		Параметры шероховатости, мкм		Точность экономическая	
		R _a	R _z	Классы точности по ОСТ	Квалитеты
Термохимическое упрочнение	Цементация	10...0,32	40...1,6	7...5	14...12
	Цианирование	2,5...1,6	-	5;4	11;12
	Азотирование	0,63...0,08	-	3.;2	9...7
	Барирование	1,25...0,16	-	3;2	9...7
	кадмирование	1,25...0,16	-	3;2	9...7
Химическое упрочнение	Хромирование	5,0...1,25	20...6,3	2;1	8...6
	Сульфидирование	5,0...0,63	20...3,2	3;2	9...7
	Оксидирование	1,25...0,16	-	2;1	8...6
	Никелирование	5,0...0,32	20...1,6	2;1	8...6
Вид обработки		Параметры R _a , мкм		Степень точности	
Нарезание резьбы	Резцом	6,3...3,2 (1,25)		8...6 (5)	
	Плашкой	12,5...5,0 (2,5)		8 (6)	
	Фрезой	10,0...3,2* (1,6)		8...5	
	Резьбонарезной головкой	5,0...3,2* (2,5)		8;7 (6)	
	Метчиком	12,5...3,2 (1,25)		7 (6,4)	
Шлифование резьбы		1,25*... (0,32)		6...4	
Накатывание резьбы		5,0...0,16		8...4	
Обработка зубьев червячных колёс фрезерованием		5,0...1,25		9...7	
То же, шевингование червячным шевером		1,25...0,63		7	

Вид обработки	Параметры R_a , мкм	Степень точности	
Обработка зубьев цилиндрических и конических колёс	Шевингование	1,6...0,8 (0,32)	7
	Обкатывание	1,25...0,63	7
	Шлифование	1,25...0,4 (0,32)	7;6
	Зубохонингование	0,63...0,16	7;6
	Притирка	0,63...0,16	7 (6)
	Полирование	0,32...0,08	-
	Протягивание	2,5...1,25	8
	Холодное выдавливание	2,5...1,25	9; 8
	Холодная штамповка	5,0...0,63	9
	Прошивание	1,25...0,63	8

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ,
рекомендуемый при выполнении курсовой работы
по технологии машиностроения

1. Государственный образовательный стандарт. Министерство образования РФ. М. 2000.
2. Мосталыгин Г.П., Толмачевский Н.Н. Технология машино – строения. – М.: Машиностроение, 1990. – 266 с.
3. Общетехнический справочник. Под ред. Е.А.Скороходова – М.: Машиностроение, 1982 – 415 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1986.
5. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. Под общ. ред. А.А.Панова – М.: Машиностроение. 1988 – 736 с.
6. Краткий справочник металлиста. Под общ. ред. П.Н.Орлова. – М.: Машиностроение, 1986 – 960 с.
7. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя. – М.: Издательство стандартов, 1992 – 464 с.
8. Прогрессивные режущие инструмента и режимы резания металлов.: Справочник. Под общ. ред. В.И.Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990. – 400 с.
9. Справочник по технологии резания металлов. В 2-х т. Под ред. Ю.М.Соломенцева. – М. Машиностроение, 1985. – 616 с.
10. Серебrenицкий П.П. Краткий справочник станочника. Л.: Лен-издат, 1982. – 360 с.
11. Блюмберг В.А., Зазерский Е.И. Справочник токаря. – Л.: Машиностроение, 1981, 406 с.
12. Справочник контрольного мастера. Под ред. А.К. Кутай, Л. :

Лениздат, 1980. – 304 с.

13. Механические и технологические свойства металлов. Справ. изд. Бобылев А.В. М.: Металлургия, 1987. – 208 с.
 14. Производство зубчатых колес: Справочник. Под общ. ред. Б.А.Тайца. – М.: Машиностроение, 1990. – 464 с.
 15. Батов В.П. Токарные станки.– М.: Машиностроение. 1978.–152 с.
 16. Металлорежущие станки. Учебное пособие для ВТУЗов. Н.С.Колесов и др. – М. Машиностроение, 1980. -500 с.
 17. Раскинд В.Л. Справочник молодого кузнеца-штамповщика. – М. Высшая школа, 1986. – 256 с.
- 56
18. Абрамов Г.Г., Панченко Б.С. Справочник молодого литейщика. -М. Высшая школа, 1981. – 319 с.
 19. Башкин В.И. Справочник молодого слесаря-инструментальщика. - М. Высшая школа, 1991. – 808 с.
 20. Дабнер Л.Г. Справочник молодого заточника металлорежущего инструмента. – М. Высшая школа, 1984. – 160 с.
 21. Никифоров Н.И. и др. Справочник молодого газорезчика и газосварщика: Справочное пособие для ПТУ – М. Высшая школа, 1990. – 239 с.
 22. Технология обработки абразивным и алмазным инструментом: Учебник для машиностроительных техникумов. Под общ. ред. З.И.Кремня. – Л.: Машиностроение. – 207 с.
 23. Уткин Н.Ф. Приспособления для механической обработки. –Л. Лениздат, 1983. – 175 с.
 24. Тарабасов Н.Д., Учаев П.Н. Проектирование деталей и узлов машиностроительных конструкций: Справочник. – М. Машиностроение, 1983. – 239 с.
 25. Технологические основы обеспечения качества машин. Под общ. ред. Колесникова К.С. – М.: Машиностроение, 1990. -256 с.
 26. Рахмилевич З.З., Радзин И.М., Фарамазов С.А. Справочник механика химических и нефтехимических производств. М.: Химия, 1985. -592 с.
 27. Орлов А.И. Основы конструирования: Справочно-методическое пособие в 2-х кн. М.: Машиностроение, 1988.
 28. Заплетохин В.А. Конструирование деталей механических устройств: Справочник. – Л. Машиностроение. 1990. – 669 с.
 29. Панова Г.Н., Алексеев С.Ю. Машиностроительное черчение: Справочник. –Л. Машиностроение, 1986. – 447 с.

30. Сидоров В.Н. Безопасность труда при работе на металлообрабатывающих станках. – Л. Лениздат, 1985. – 216 с.
 31. Каценленбоген М.Е., Власов В.М. Справочник работника механического цеха. – М.: Машиностроение, 1984. – 240 с.
 32. Абрамов Г.Г. Справочник молодого литейщика. Литье в песчано-глинистые формы. Справочник для средних проф.-техн. учебных заведений. М. Высшая школа, 1978. – 199 с.
 33. Сильвестров Б.Н. Справочник молодого зуборезчика. – М.: Высшая школа, 1988. – 230 с.
 34. Косовский В.Л. Справочник молодого фрезеровщика. – М.: Высшая школа, 1985. – 240 с.
- 57
35. Зуев В.М. Термическая обработка металлов. Учебник для средних проф.-техн. училищ. М.: Высшая школа. – 1976. – 344 с.
 36. Космачев Н.Г. В помощь рабочему-инструментальщику/Для молодых рабочих. – Л.: Лениздат, 1981. – 280 с.
 37. Кацев П.Г. Обработка протягиванием.: Справочник. – М.: Машиностроение. 1986. – 272 с.
 38. Подкоркин В.Г., Бардников Л.Н. Фрезерование трудно-обрабатываемых материалов. – Л.: Машиностроение, 1983. – 136 с.
 39. Браславский В.М. Технология обкатки крупных деталей роликами. М.: Машиностроение, 1975. – 160 с.
 40. Кочаев В.П., Дроздов Ю.Н. Прочность и износостойкость деталей машин: Учебн. пособие для машиностроительных спец. ВУЗов. - М.: Высшая школа, 1991. – 319 с.
 41. Марков А.Л., Волосевич Ф.П. Краткий справочник контрольного мастера машиностроительного завода. Л.: Машиностроение, 1973. – 213 с.
 42. Иконников Л.Н. и др. Нормирование труда в машиностроении: Учебное пособие для авиационных техникумов. – М.: Машиностроение, 1983. – 160 с.
 43. Брянский Л.Н. и др. Краткий справочник метролога: Справочник. - М.: Издательство стандартов, 1991. – 79 с.
 44. Барташев Л.В. Технолог и экономика. – М. Машиностроение. 1983. – 152 с.
 45. Барташев Л.В. Конструктор и экономика. – М.: Экономика. 1977. – 223 с.
 46. Когут А.Е., Новожилов В.И. Выбор экономичных параметров машин при конструировании. Л.: Машиностроение. 1974. – 128 с.
 47. Алексеев П.Г. Машинам быть долговечными. – Приокское кн.

- издательство, Тула. 1978. – 137 с.
48. Конович В.Г. Обкатка в производстве металлоизделий. М.: Машиностроение, 1973. – 168 с.
 49. Подураев В.Н. и др. Технологическая диагностика резания методом акустической эмиссии. М.: Машиностроение, 1988. – 56 с.
 50. Палей М.М. Технология производства металлорежущих инструментов: Учебное пособие для студентов ВУЗов.- М.: Машино – строение, 1982. – 256 с.
 51. Марочник сталей и сплавов. Под общ. ред. В.Г.Сорокина. –М.: Машиностроение. 1989. -640 с.
- 58
52. Пособие по выбору технологического оборудования. – Л.: Лениздат, 1980. -192 с.
 53. Кузнецов Ю.И. и др. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник. - М.: Машиностроение. 1990. – 512 с.
 54. Лындин В.А. Инструмент для накатывания зубьев и шлицев по - вышенной точности. М.: Машиностроение. 1988.- 144 с.
 55. Данилевский В.В., Гельфгат Ю.И. Лабораторные работы и прак – тические занятия по технологии машиностроения: Учебное по – собие для машиностроительных спец. техникумов. – М.: Высшая школа, 1988. – 222 с.

