

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Основы машиностроительного производства
и профессиональное обучение»

Методические указания

по разработке заданий к курсовым проектам
по технологической оснастке
и технологии машиностроения

Минск 2003

УДК 621.75.002(075.8)
621.9.06-229(075.8)
ББК 34.5 я 7;
34.63-5 я 7
Г 67

Рецензенты:

Мрочек Ж.А., доктор технических наук,
профессор кафедры «Технология машиностроения»;
Якимович А.М., к.т.н., доцент кафедры
«Металлорежущие станки и инструменты»

В методических указаниях изложена методика выбора и составления заданий к курсовым проектам по технологической оснастке и технологии машиностроения. Приведен обширный справочно-иллюстративный материал, который будет полезен как студентам и учащимся инженерных специальностей, так и преподавателям, осуществляющим руководство курсовыми и дипломными проектами.

© А.Ф.Горбачевич, С.А.Иващенко,
В.В.Жданович, составление, 2003

Предисловие

В качестве объекта для курсового проектирования по дисциплинам «Проектирование технологической оснастки» и «Технология машиностроения» выбираются относительно несложные детали. Технологический процесс их обработки включает 6 – 8 (по возможности разнообразных) технологических операций.

Детали для курсового проектирования могут быть подобраны:

- из номенклатуры машиностроительного предприятия, на котором предстоит прохождение технологической практики;
- из сборника заданий, разработанного на кафедре.

В первом случае довольно затруднительно подобрать *в большом количестве* из номенклатуры заводских деталей такие, которые, во-первых, были бы достаточно *разнообразными* по технологическому процессу их изготовления а, во-вторых, – примерно *одинаковыми по трудоемкости* технологической разработки. Кроме того, при наличии существующего на предприятии техпроцесса, студенту ставится задача его модернизации – улучшения, для чего, как правило, студент еще не обладает достаточными знаниями и навыками. Как показывает опыт, работа студента при выполнении курсового проекта заключается в дублировании заводских разработок.

Во втором случае студент *самостоятельно разрабатывает* относительно несложный технологический процесс и выполняет все необходимые технико-экономические расчеты.

В обоих случаях значительная роль для сбора исходного материала и приобретения необходимых первоначальных навыков по технологическому проектированию отводится технологической практике. Если деталь выдана из сборника заданий (разработанного на кафедре), студент во время практики должен изучить либо техпроцессы изготовления аналогичных деталей, либо (если аналогичные детали не изготавливаются на данном предприятии) синтезировать техпроцесс из операций, которые выполняются на предприятии по обработке элементарных поверхностей, составляющих заданную деталь.

В качестве базы для составления заданий по курсовому проектированию могут быть использованы иллюстрированный определитель деталей общемашиностроительного применения [4] и технологический классификатор деталей машиностроения и приборостроения [8].

Чертежи деталей в определителе [4] разработаны в *большом количестве и разнообразии*, что позволит избежать трудностей в подборе многовариантных заданий и, таким образом, исключить дублирование. Технологические процессы изготовления деталей содержат 6 – 8 разнообразных технологических операций.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ СИСТЕМЫ ОБОЗНАЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ

На машиностроительных предприятиях используются *различные системы обозначения изделий* и конструкторских документов. Многообразие систем и структур обозначения нарушает единство информационного языка, затрудняет обмен информацией и внедрение автоматизированных систем управления.

В 70-е годы в СССР был разработан классификатор «Детали общемашиностроительного применения» для двух классов: класс 40 – тела вращения и класс 50 – детали кроме тел вращения.

Данные классы предназначены, главным образом, для использования в *конструкторско-технологической классификации* деталей совместно с технологическим классификатором деталей, построенным как логическое продолжение классификации деталей этих классов.

Процесс определения классификационной характеристики заключается в анализе детали с целью выявления у нее признаков, характеризующих детали классов 40 и 50, и классификации детали на основе этих признаков, т.е. определении ее класса, подкласса, группы и вида.

Для ускорения и облегчения процесса поиска классификационной характеристики разработан иллюстрированный определитель деталей общемашиностроительного применения [4], содержащий эскизы типовых представителей деталей по всем видовым группировкам.

Единая система конструкторской документации (ЕСКД) устанавливает единую классификационную систему обозначения изделий и конструкторских документов. Ее создание обеспечивает:

– оптимальные условия для быстрого тематического поиска чертежей деталей в целях их заимствования при проектировании новых изделий;

- использование чертежей, разработанных другими предприятиями, без изменения их обозначения или с введением дополнительного обозначения;
- значительное повышение уровня унификации и стандартизации изделий;
- сокращение номенклатуры изделий;
- широкое применение вычислительной техники при подготовке и организации производства.

Единая классификационная система обозначения предусматривает следующую структуру обозначения изделия и его конструкторского документа:

- код организации-разработчика;
- *код классификационной характеристики*;
- порядковый регистрационный номер детали (от 001 до 999), который присваивается разработчиком.

Классификация, на основе которой формируется такая характеристика, представляет собой десятичную иерархическую систему с пятью уровнями деления.

С каждой последующей ступенью деления классифицируемого множества возрастает степень конкретности классификационных признаков.

В качестве *конструктивных* классификационных признаков для деталей выбраны следующие:

- конструктивная характеристика отдельных элементов детали;
- геометрическая форма детали;
- взаимное расположение элементов детали;
- параметрический признак;
- наименование детали;
- выполняемая деталью функция.

Геометрическая форма детали является наиболее объективным и стабильным признаком при ее описании. Этот признак почти не подвергается индивидуальной интерпретации. Геометрическая форма характеризует *непосредственно деталь*, независимо от ее функции и принадлежности к другим изделиям.

Признаки (*конструктивная характеристика* отдельных элементов детали и *взаимное их расположение*) конкретизируют геометрическую форму.

Параметрический признак характеризует конструктивные параметры деталей. Он используется в классе 40 при разделении деталей (тел вращения) на подклассы и позволяет по отношению длины (L) к диаметру (D) отделить детали типа валов, осей, пальцев, стержней («длинные» детали) от деталей типа дисков, колец, фланцев, шкивов («короткие» детали).

Наименование детали и выполняемая деталью функция используются в качестве классификационных признаков только в том случае, когда они наиболее точно характеризуют деталь и *понимаются однозначно* во всех отраслях техники. Например, колесо зубчатое, вал коленчатый, винт ходовой, рычаг, пружина.

После определения *конструктивных* классификационных признаков детали выявляют признаки ее *технологической* классификации. Для этого из таблиц технологического классификатора (прил. 2) определяют следующие параметры¹:

- размерная характеристика;
- группа материала [7, с. 14 – 18, 34 – 38, 39 – 50], [2, с. 57 – 73];
- вид детали по технологическому процессу;
- вид исходной заготовки [7, с. 19 – 34, 50 – 66];
- качество точности размеров наружных поверхностей;
- качество точности размеров внутренних поверхностей;
- характеристика элементов зубчатого зацепления (при их наличии);
- характеристика термической обработки;
- характеристика массы [6].

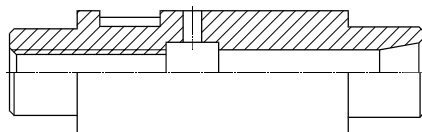


Рис. 1. Основная конфигурация детали с конструкторским кодом 401594

Таким образом, используя систему обозначения конструкции детали, появляется возможность заранее перед учебной практикой предложить студентам чертежи деталей *оптимальной сложности* и *равной трудоемкости*.

¹ Некоторые из названных параметров могут уточняться уже в процессе проектирования.

2. СОСТАВЛЕНИЕ ЗАДАНИЯ

Задание на курсовой проект должно соответствовать требованиям СПП БНТУ 3.01-2003 «Курсовое проектирование. Общие требования и правила оформления».

При составлении задания студенту выдается **конструкторский код** детали, который должен быть дополнен (совместно с руководителем проекта) до **конструкторско-технологического кода** с помощью таблиц технологического классификатора (прил. 2).

Таким образом, каждому студенту выдается задание в виде конструкторско-технологического кода.

Пример 1. Задана деталь с **конструкторским кодом: 401594**. Из иллюстрированного определителя ([4] или прил. 1) выбираем деталь с этим конструкторским кодом (рис. 1).

Затем, совместно с руководителем проекта, формируется **конструкторско-технологический код** детали. По таблицам технологического классификатора (прил. 2) конструкторский код дополняется **основными признаками технологической классификации**:

Размерная характеристика, мм:	Код
наибольший наружный диаметр.....60	8
длина.....165	7
наименьший диаметр центрального отверстия.....18	3
Группа материала.....Сталь 45	02

Далее – **дополнительными параметрами технологической классификации** детали:

вид исходной заготовки – пруток круглый некалиброванный.....3	1
кавалитет точности размеров наружных поверхностей (наивысший) – 7.....2	
кавалитет точности размеров внутренних поверхностей (наивысший) – 8.....3	
характеристика элементов зубчатого зацепления – без элементов зубчатого зацепления.....0	
характеристика термической обработки – термообработка 36 – 51 HRC.....2	
характеристика массы – масса 2,5 кг (можно определить по [6]).....А	

Таким образом, полный конструкторско-технологический код детали: **401594.87302.312302А**.

На основании полного конструкторско-технологического кода, а также наглядного представления об основной конфигурации детали, студент разрабатывает **чертеж детали** (рис. 2), который, в отличие от изображения основной конфигурации, должен содержать:

- достаточное число проекций, разрезов и сечений, дающих полное и однозначное представление о конструкции детали;
- все необходимые размеры с полями допусков (или предельными отклонениями) [7, с. 161 – 205];
- параметры шероховатости поверхностей [7, с. 221 – 245], [2, с. 42 – 50], [3, с. 136 – 148];
- указания о предельных отклонениях формы и расположения поверхностей [2, с. 166 – 169], [7, с. 205 – 221];
- сведения о термообработке [2, с. 181 – 197], покрытии [2, с. 197 – 216], [7, с. 130 – 144];
- другие технические (текстовые) требования, наименование [2, с. 31 – 41], массу [6] и т.п.

При разработке чертежа детали необходимо решить вопросы выбора технологических баз для обработки, а также отработать конструкцию детали на технологичность [2].

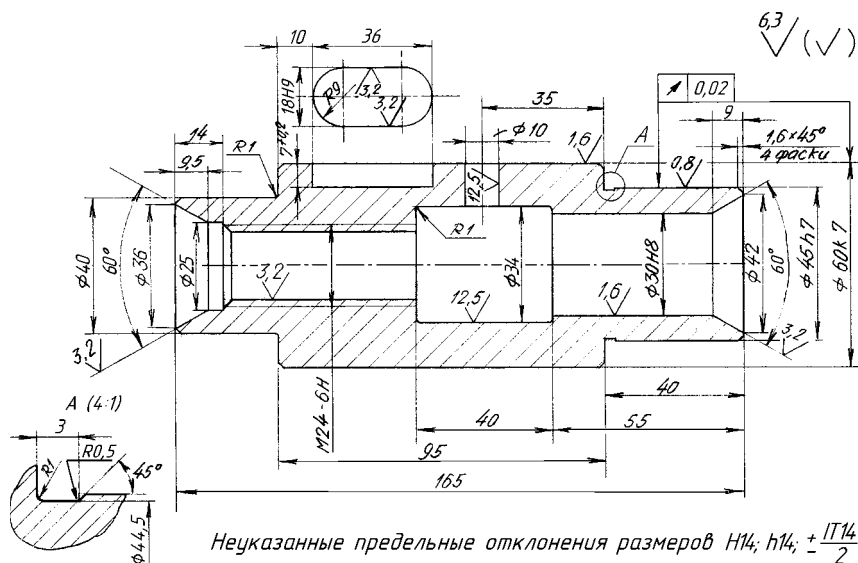


Рис. 2. Чертеж детали с конструкторско-технологическим кодом 401594.87302.312302А

Конструирование детали начинают с определения ее габаритных размеров на основании заданного конструкторско-технологического кода. Поскольку размерная характеристика в кодах задается диапазонами величин, необходимо в пределах этих диапазонов выбрать конкретные значения¹. Так, в примере 1: наибольший наружный диаметр детали – 60 мм; длина – 165 мм; диаметр резьбового отверстия (наименьший) – М20 (рис. 2).

В установленных габаритных размерах ($\varnothing 60 \times 165$ мм) вычерчиваются все остальные конструктивные элементы детали с соблюдением пропорциональных соотношений, приведенных в изображении основной конфигурации.

Из технологической характеристики детали видно, что наивысший квалитет точности размеров наружных поверхностей – 7-ой. Заданная точность обеспечивается отделочными методами обработки. Например, круглым шлифованием в центрах (прил. 4). Для этого в качестве технологических баз должны быть предусмотрены центровые отверстия, которых нет в основной конфигурации детали (рис. 1). Следовательно, в конструкцию детали необходимо ввести центровые отверстия с обоих ее торцов. Со стороны левого торца центровое отверстие должно сочетаться с резьбовым, что предусматривается формой F центрального отверстия по ГОСТ 14034-74 [3, с. 271]. С правого торца детали центровое отверстие по длине его рабочей части аналогично отверстию с левого торца.

Таким образом, центровые отверстия являются изменениями по сравнению с конфигурацией, определяемой сочетанием конструктивных признаков.

Дальнейшая разработка конструкции детали заключается в *назначении на наружные и внутренние поверхности квалитетов точности размеров*.

На два наружных диаметра назначим поля допусков по 7-му квалитету. Для большей ступени принимаем $\varnothing 60k7$, полагая, что если на этой поверхности имеется шпоночный паз (неподвижное соединение), то должна быть обеспечена переходная посадка. Для меньшей ступени принимаем $\varnothing 45h7$ (посадка с зазором) [3, с. 72 – 76].

¹ Значения размеров и конструктивные элементы детали следует выбирать стандартные (прил. 3), [3, 269 – 301].

Поскольку цилиндрическая поверхность $\varnothing 45h7$ ограничена слева торцевой поверхностью, то для обработки на круглошлифовальном станке необходимо предусмотреть канавку для выхода шлифовального круга. Форму и размеры канавки в соответствии с ГОСТ 8820-69 назначаем по [3, с. 276 – 277].

Далее, в соответствии с технологической характеристикой (код 3), принимаем цилиндрическое отверстие размером $\varnothing 30H8$.

Размеры шпоночного паза по ГОСТ 23360-78 выбираем в зависимости от диаметра поверхности, на которой выполняется этот паз. Допуск на ширину паза назначаем по $H9$.

Выточку $\varnothing 34$ из технологических соображений делаем, по возможности, незначительно отличающейся от диаметра отверстия, сквозь которое должна проходить расточная оправка. Диаметр отверстия перпендикулярного оси детали назначаем $\varnothing 10H14$ из конструктивных соображений. Радиусы закруглений и фаски назначаем в соответствии с рекомендациями ГОСТ 10948-64 [3, с. 273].

Допуск радиального биения поверхности $\varnothing 60k7$ относительно поверхности $\varnothing 45h7$ назначаем в соответствии с рекомендациями ГОСТ 24643-81 [3, с. 106 – 121]. Шероховатость обрабатываемых поверхностей нормируем в зависимости от допусков размеров и формы по [3, с. 136 – 148].

Неуказанные предельные отклонения размеров принимаем по 14-му квалитету.

Шероховатость поверхностей, кроме указанных на чертеже, назначаем $Ra 6,3$ мкм, а конических поверхностей центровых отверстий (из технологических соображений) – $Ra 3,2$ мкм.

При разработке техпроцесса механической обработки возможны некоторые конструктивные изменения, обусловленные, например, конструктивными особенностями режущих инструментов. Хотя в значительной мере эти факторы должны быть учтены в процессе обработки чертежа детали на технологичность.

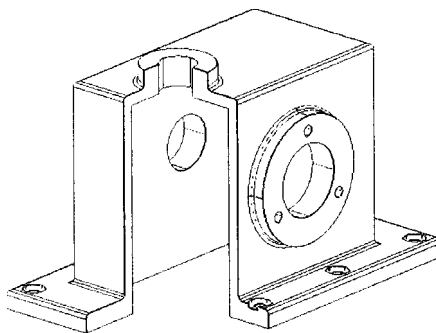


Рис. 3. Основная конфигурация детали с конструкторским кодом 501127

Пример 2. Задан конструкторский код детали: **501127**. Из иллюстрированного определителя выбираем деталь с этим конструкторским кодом (рис. 3).

Присвоим детали технологические параметры в виде *технологического кода*:

Размерная характеристика, мм:	Код
ширина в пределах 190 – 240 мм.....	7
длина в пределах 350 – 500 мм.....	8
высота в пределах 240 – 320 мм.....	9
Группа материала – чугун серый.....	31
Вид исходной заготовки – отливка в песчано-глинистую (земляную) форму.....	11
Квалитет (наивысший) точности размеров наружных поверхностей – 10, 11.....	4
Квалитет (наивысший) точности размеров внутренних поверхностей – 8, 9.....	3
Характеристика элементов зубчатого зацепления – без элементов зубчатого зацепления.....	0
Характеристика термической обработки – без термообработки.....	0

Полный конструкторско-технологический код детали: **501127.78931.114300**.

В иллюстрированном определителе изображение корпусных деталей приводится в аксонометрии. Рабочий же чертеж детали должен быть выполнен в ортогональных проекциях. Очевидно, что в данном случае для полного изображения детали необходимы три проекции. Также как и в предыдущем примере, при разработке чертежа детали необходимо вычертить все конструктивные элементы детали, указать необходимые размеры с предельными отклонениями, допускаемые отклонения формы и взаимного расположения поверхностей, шероховатость обрабатываемых поверхностей. При этом необходимо одновременно обработать вопросы технологичности конструкции.

На основании размерной характеристики технологического кода детали определим ее конкретные габаритные размеры: 240 × 400 × × 260 мм (ширина × длина × высота).

В пределах установленных габаритных размеров вычерчиваем изображение детали в трех проекциях (рис. 4), руководствуясь эскизом

основной конфигурации. При этом определяем размеры всех конструктивных элементов, соблюдая их пропорции на эскизе задания.

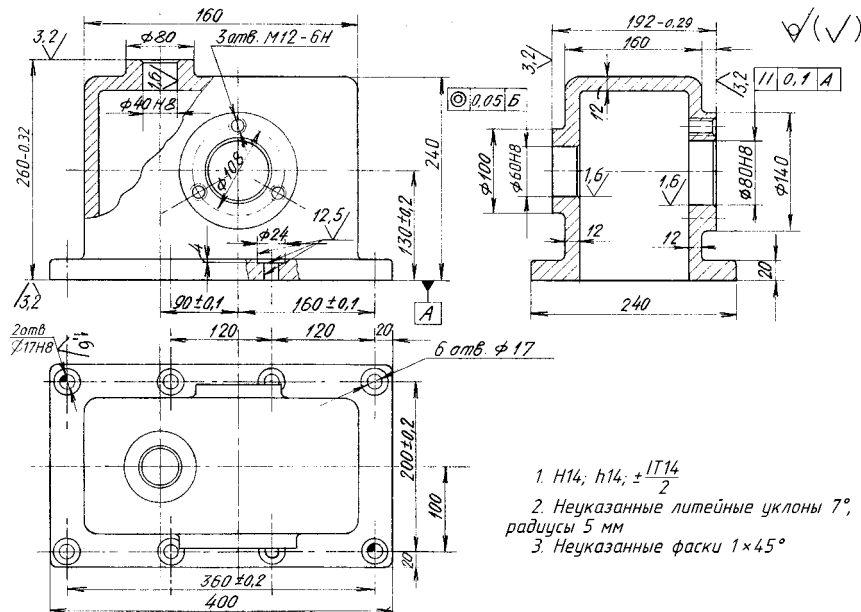


Рис. 4. Чертеж детали с конструкторско-технологическим кодом 501127.78931.114300

Поскольку деталь представляет собой отливку, необходимо определить толщину стенок отливки. Для этого используем рекомендации, приведенные в [1, с. 167 – 168, 474 – 480].

Отверстия в основании, перпендикулярные базовой плоскости, предназначены для крепления данной детали – корпуса – к другой детали. По служебному назначению к точности этих отверстий и их расположению обычно не предъявляется высоких требований. Диаметры этих отверстий и точность расстояний между ними могут быть выполнены по 14-му качеству. Но поскольку для обработки необходимо обеспечить постоянство технологических баз, в соответствии с типовой схемой базирования для корпусных деталей (плоскость и два отверстия), два из этих отверстий должны быть выполнены точнее – по 8-му качеству. Расстояние между этими отверстиями также ограничивается более жесткими допусками. В

качестве таких отверстий выбираем отверстия в основании корпуса, расположенные на наибольшем расстоянии, т.е. по диагонали.

Под головки болтов для крепления корпуса необходимы обработанные поверхности либо на приливах, либо в виде цековок. Выбираем цековки, размеры которых устанавливаем по [1, с. 425 – 426]. При разработке техпроцесса размеры цековок следует уточнить по стандартному режущему инструменту.

Точность основных отверстий, в соответствии с технологическим кодом, задаем по 8-му качеству. Точность размеров наружных поверхностей (для размера 192 мм) задаем по 11-му качеству (в соответствии с технологическим кодом).

Шероховатость обработанных поверхностей назначаем, исходя из их служебного назначения, а также в зависимости от точности по [3, с. 139].

В качестве технических требований указываем допуск параллельности (к плоскости основания) осей отверстий $\varnothing 80H8$ и $\varnothing 60H8$ и допуск соосности этих отверстий между собой. Значения этих параметров также определяем по [3, с. 108, 117, 121].

Таким образом, студент на основании заданного конструкторско-технологического кода *самостоятельно разрабатывает рабочий чертеж* детали, существенно дорабатывая изображение иллюстрированного определителя. При этом каждый студент:

- знакомится с признаками конструкторско-технологического кода;
- активно использует стандарты, справочную литературу;
- *учитывает факторы технологичности конструкции;*
- *назначает размеры, допуски, параметры шероховатости поверхностей,*
- определяет технические требования и т.п.

Так что уже на этапе разработки рабочего чертежа детали студентом выполняется серьезная, осознанная работа, вместо перечерчивания (порой бездумного) заводского чертежа, если он является заданием.

По согласованию с руководителем проекта также задается годовая программа и режим работы предприятия.

Для приведенных примеров годовая программа может быть задана исходя из условий, например, серийного производства.

Режим работы предприятия принимается, как правило, двухсменным при 41-часовой рабочей неделе.

Один из вариантов технологического маршрута обработки детали для первого примера может быть следующим:

- 1) токарная обработка из прутка с одной стороны на токарно-револьверном станке;
- 2) обработка на токарном станке с другой стороны;
- 3) сверление отверстия $\varnothing 10$ на вертикально-сверлильном станке;
- 4) фрезерование шпоночного паза на шпоночно-фрезерном или вертикально-фрезерном станке;
- 5) термическая обработка;
- 6) шлифование поверхностей $\varnothing 45h7$ и $\varnothing 60f7$ на круглошлифовальных станках.

Такой набор технологических операций является вполне достаточным для курсового проектирования и в количественном отношении и по разнообразию. Таким образом, задание объекта для курсового проектирования осуществляется в виде конструкторско-технологического кода, составленного на основе обозначения, соответствующего выбранной конфигурации в сочетании с последовательным обозначением технологических признаков.

3. ОФОРМЛЕНИЕ ЗАДАНИЯ ПО КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

Задание по курсовому проектированию должно соответствовать требованиям СТП БНТУ 3.01-2003. Задание в общем виде должно содержать следующие разделы.

Тема проекта должна четко и конкретно определять область и объект разработки. Например, «*Разработать технологический процесс механической обработки детали с конструкторским кодом XXXXXX*».

Сроки сдачи студентом законченного проекта определяются учебным планом. Конкретный срок сдачи следует устанавливать не позднее одной недели до начала экзаменационной сессии.

Исходные данные к проекту должны включать: чертеж детали или ее конструкторский код; годовую программу выпуска деталей (N); режим работы предприятия (количество рабочих смен) и др.

Содержание пояснительной записки по технологии машиностроения должно включать следующие основные вопросы:

- введение;
- назначение детали и анализ условий ее работы;

- анализ технологичности конструкции детали;
- выбор и обоснование метода получения заготовки;
- определение типа производства;
- разработка технологического маршрута механической обработки;
- разработка технологических операций;
- расчет технологической себестоимости операций механической обработки;
- разработка технологической документации.

Пояснительная записка курсового проекта *по технологической оснастке* должна включать следующие основные вопросы:

- выбор и обоснование режущего инструмента и оборудования;
- расчет параметров технологической операции (режимов резания, основного и штучного времени, мощности привода станка);
- расчет точности приспособления;
- расчет усилия зажима заготовки;
- разработка конструкции приспособления;
- список литературы;
- спецификация.

Перечень графического материала курсового проекта по технологии машиностроения должен включать следующие документы:

- чертеж детали – 1 лист;
- чертеж заготовки – 1 лист;
- операционные эскизы (с инструментальными наладками) – 2 листа.

Курсовой проект по технологической оснастке должен включать следующие документы:

- чертеж обрабатываемой в приспособлении детали – 1 лист;
- сборочный чертеж (общего вида) приспособления – 1 лист;
- чертежи деталей приспособления («деталировки») – 1-3 листа.

Руководитель проекта – как правило, ведущий преподаватель по предмету.





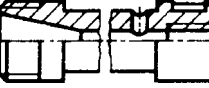
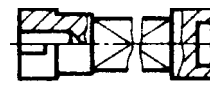
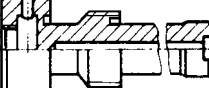
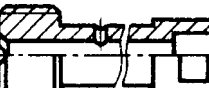








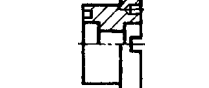




Дата выдачи задания – в течение первой недели учебных занятий.

Календарный график работы над проектом определяет сроки выполнения отдельных этапов проектирования.

Л и т е р а т у р а

1. А н у р ь е в В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т.1. – М.: Машиностроение, 1980. – 728 с.
2. Б а л а б а н о в А. Н. Технологичность конструкций машин. – М.: Машиностроение, 1987. – 336 с.
3. Г ж и р о в Р. И. Краткий справочник конструктора: Справочник. – Л.: Машиностроение, 1984. – 464 с.
4. Иллюстрированный определитель деталей общемашиностроительного применения. Руководящий технический материал. Классы 40 и 50 Общесоюзного классификатора промышленной и сельскохозяйственной продукции. М.: Издательство стандартов, 1977. – 238 с.
5. О р л о в П. И. Основы конструирования. Справочно-методическое пособие. В 2-х кн. Кн. 1 – М.: Машиностроение, 1988. – 560 с.
6. П о л и в а н о в П. М., П о л и в а н о в а Е. П. Таблицы для подсчета массы деталей и материалов: Справочник. – 10-е изд. – М.: Машиностроение, 1987. – 304 с.
7. Справочник конструктора-приборостроителя. Проектирование. Основные нормы / В.Л.Соломахо и др. – Мн.: Выш. школа, 1988. – 272 с.
8. Технологический классификатор деталей машиностроения и приборостроения: В 2-х ч. Ч. 1. – М.: Издательство стандартов, 1974. – 168 с.

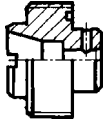
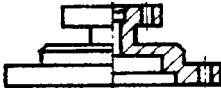
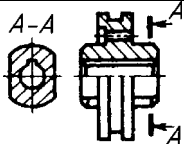
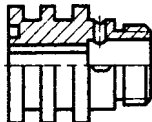

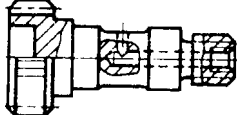
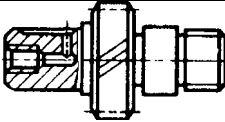
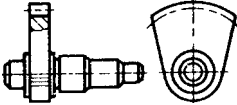
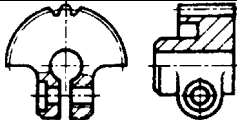
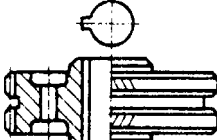
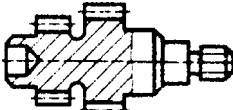
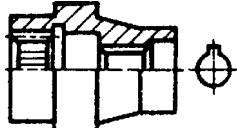
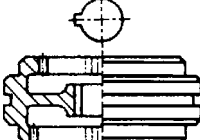


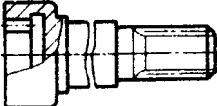
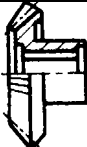
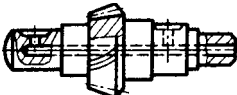
**Иллюстрированный определитель деталей
общемашиностроительного применения [4] (выборочно)¹
(конструкторские коды деталей)**

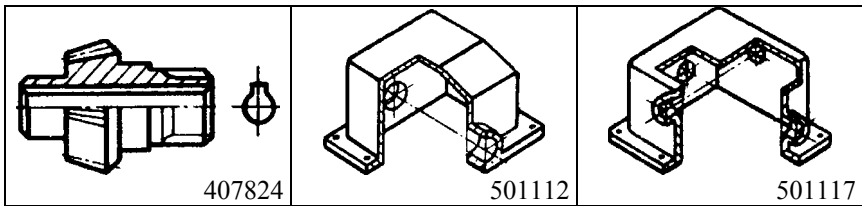
 401197	 401258	 401287
 401288	 401298	 401447
 401458	 401468	 401538
 401694	 402298	 402396
 402448	 402458	 402528
 402598	 403468	 403478
 403488		

¹ Если разнообразия конструкций деталей, приведенных в приложении, недостаточно, можно обратиться непосредственно к определителю [4], в котором имеется большое количество таких вариантов.

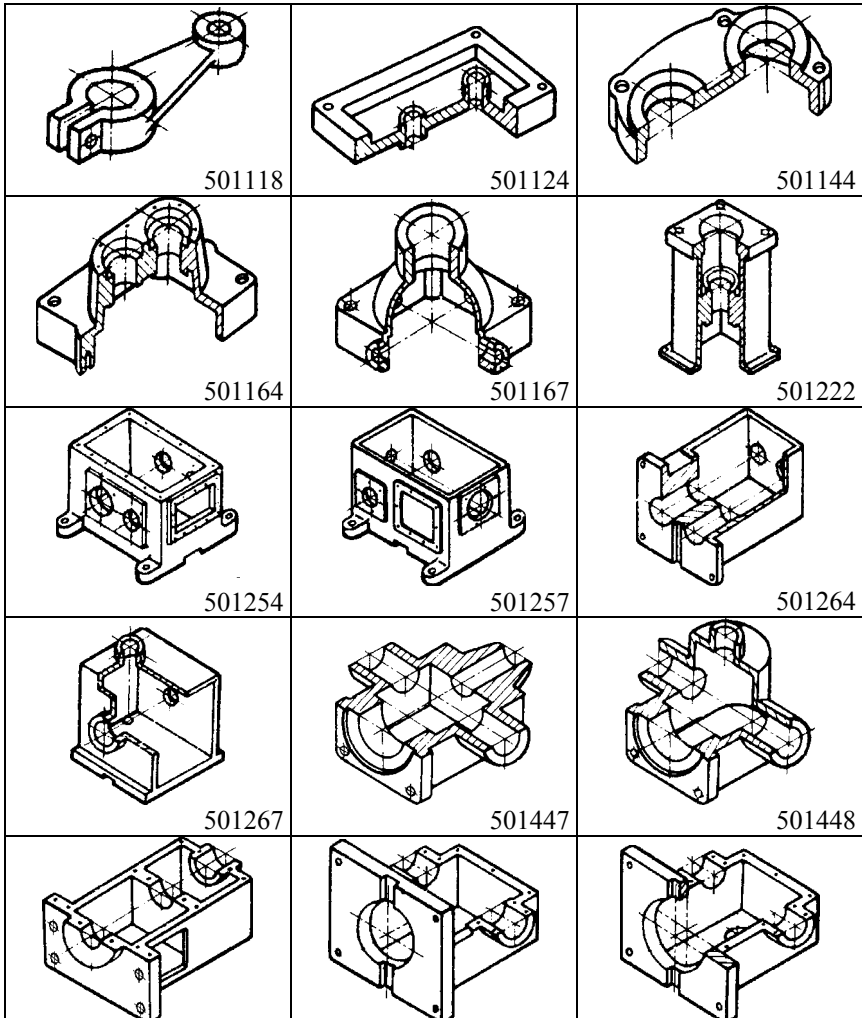
	403498	403598
--	--------	--------

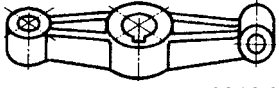
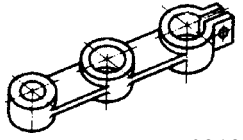
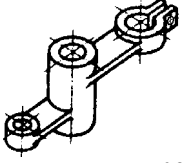
Продолжение прил. 1

 403688	 405362	 405398
 405498	 405788	 406116
 406148	 406173	 406177
 406236	 406248	 406317
 406357	 406436	 406824
 406861	 407134	 407147

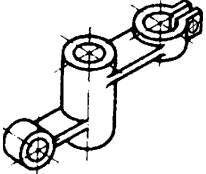
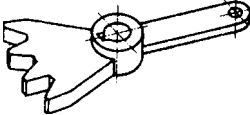
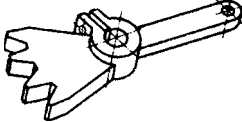


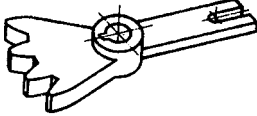


Продолжение прил. 1



501742	501752	501757
		
503126	503128	503148

Окончание прил. 1

		
503149	503182	503183
		
503226	503229	503282

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Коды технологического классификатора [8]

Т а б л и ц а П.2.1

Размерная характеристика (класс 40 – тела вращения)

Код	Наибольший наружный диаметр, мм	Код	Длина, мм	Код	Диаметр центрального отверстия, мм
6	28–36	3	45–75	0	Без центрального отверстия
7	36–45	4	75–95	1	2,5
8	45–71	5	95–120	2	2,5–10
9	71–95	6	120–150	3	10–20
А	95–120	7	150–190	4	20–50
Б	120–150	8	190–240	5	50–100
В	150–190	9	240–350	6	100–125

Т а б л и ц а П.2.2

Размерная характеристика
(класс 50 – детали кроме тел вращения)

Код	Ширина, мм	Код	Длина, мм	Код	Высота, мм
1	2	3	4	5	6
0	До 20	0	До 20	1	6–20
1	20–45	1	20–45	2	20–50

Окончание табл. П.2.2

1	2	3	4	5	6
2	45–71	2	45–75	3	50–71
3	71–95	3	75–120	4	71–95
4	95–120	4	120–150	5	95–120
5	120–150	5	150–200	6	120–150
6	150–190	6	200–240	7	150–190
7	190–240	7	240–350	8	190–240
8	240–320	8	350–500	9	240–320

Т а б л и ц а П.2.3

Группа материала

Стандарт	Наименование и марка материала	Код
ГОСТ 380-71	Сталь углеродистая обыкновенного качества Ст0–Ст4; БСт0–БСт4; ВСт2–ВСт4	01
	Ст5; Ст6; БСт5; БСт6; ВСт5	02
ГОСТ 493-79	Бронзы безоловянные, все марки	43
ГОСТ 613-79	Бронзы оловянные, все марки	43
ГОСТ 801-78	Сталь подшипниковая, все марки	20
ГОСТ 859-78	Медь, все марки	41
ГОСТ 977-88	Отливки из конструкционной стали 15Л; 20Л; 25Л; 20ГЛ; 27ГЛ	01
	30Л; 35Л; 40Л; 45Л; 50Л; 55Л; 35ГЛ; 40ГЛ	02
	50ГСЛ; 30ГСЛ	11
	40ГФЛ; 32Х06Л; 40ХЛ; 40ХНЛ; 20ХМЛ; 35ХМЛ; 30ХИМЛ; 35ХГСЛ;	12
	35Н1МЛ; 08ГДМФЛ; 13ХНДФТЛ; 12ХНДФТЛ; 12ДН2ФЛ; 40ХМТЛ и др.	
ГОСТ 1050-88	Сталь углеродистая качественная конструкционная 08кп; 08; 10кп; 10; 15кп; 15; 20кп	02
	30; 35; 40; 45; 50; 55	03

	60	04
ГОСТ 1215-79	Отливки из ковкого чугуна, все марки	33
ГОСТ 1412-85	Отливки из серого чугуна СЧ10, СЧ15, СЧ20, СЧ25, СЧ30, СЧ35	31
	СЧ18, СЧ21, СЧ24	32
ГОСТ 1414-75	Сталь конструкционная повышенной обрабатываемости, все марки.	11
ГОСТ 1435-90	Сталь инструментальная углеродистая, все марки	08

Окончание табл. П.2.3

Стандарт	Наименование и марка материала	Код
ГОСТ 1542-71	Сталь листовая легированная конструкционная 12Г2, 16Г2	11
	25ХГФ	12
ГОСТ 1577-81	Сталь горячекатаная тонколистовая качественная углеродистая конструкционная 08пс, 10пс, 15пс, 20пс.	01
ГОСТ 1583-89	Сплавы алюминиевые, все марки	46
ГОСТ 2176-77	Отливки из высоколегированной стали со спец. свойствами	21
ГОСТ 4543-71	Сталь легированная конструкционная	11, 12
ГОСТ 4784-74	Алюминий и его сплавы деформируемые, все марки	45, 46
ГОСТ 5017-74	Бронзы оловянные обрабатываемые давлением, все марки	43
ГОСТ 5632-72	Стали высоколегированные и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные, все марки	21
ГОСТ 5950-73	Сталь инструментальная легированная	18
ГОСТ 7293-85	Высокопрочный чугун с шаровидным графитом, все марки	34
ГОСТ 11069-74	Алюминий, все марки	45
ГОСТ 11268-76, ГОСТ 11269-76	Сталь тонколистовая, толстолистовая и широкополосная конструкционная легированная высококачественная специального назначения (12Х2НВФА, 19Х2НВФА, 12Х2НВФМА и др.)	12
ГОСТ 14959-79	Сталь рессорно-пружинная: углеродистая 65, 70, 75, 85, 60Г, 65Г, 70Г	04
	легированная 55ГС, 50С2, 55С2, 55С2А, 60С2, 70С3А	11
	50ХГ, 50ХГА, 50ХГР, 50ХФА, 50ХГФА, 60С2А60С2ХА и др.	12
ГОСТ 15527-70	Латуни, обрабатываемые давлением, все марки	42
ГОСТ 17328-78	Бронза безоловянная, все марки	43
ГОСТ 17711-80	Латуни литейные, все марки	42
ГОСТ 19265-73	Стали быстрорежущие	19
ГОСТ 19282-73	Стали низколегированные, толстолистовые и широкополосные универсальные 09ГС2, 14Г2, 18Г2, 12ГС, 16ГС, 17ГС, 09Г2С, 10Г2С1, 18Г2С1, 25Г2С,	11
	15ГФ, 14ХГС, 15СХНД, 10ХСНД, 35ГС, 20Г2Ц	12
ГОСТ 21437-75	Сплавы цинковые антифрикционные, все марки	56

Таблица П.2.4

Вид детали по технологическому процессу

Код	Вид детали
1	Литая
2	Изготавливаемая ковкой и горячей штамповкой
3	Изготавливаемая холодной штамповкой
4	Обрабатываемая резанием
5	Термически обрабатываемая

Т а б л и ц а П.2.5

Вид исходной заготовки

Код	Вид заготовки
11	Отливка в песчано-глинистую (земляную) форму
14	Отливка в металлическую форму
15	Отливка, полученная центробежным методом
16	Отливка в оболочковую форму
17	Отливка по выплавляемой модели
19	Отливка под давлением
24	Горячая штамповка некалиброванная
25	Горячая штамповка калиброванная
31	Прутки круглые горячекатаный
32	Прутки калиброванные

Т а б л и ц а П.2.6

Квалитет точности

Код	Квалитет точности размеров, наивысший
2	6, 7
3	8, 9
4	10, 11
5	12, 13

Т а б л и ц а П.2.7

Параметр шероховатости

Код	Параметр шероховатости Ra , мкм (наивысший)
0	Не обрабатывается
1	12,5–80
2	3,2–10,0
3	0,80–2,5
4	0,10–0,63
5	0,01–0,08

Т а б л и ц а П.2.8

Характеристика элементов зубчатого зацепления

Код	Модуль m , мм	Степень точности зацепления
0	Без элементов зубчатого зацепления	
3	1–4	3–6
4	1–4	7–11
5	4–10	3–6
6	4–10	7–11

Т а б л и ц а П.2.9

Характеристика термической обработки

Код	Характеристика термической обработки	Твердость
0	Без термической обработки	
1	С термической обработкой <i>до</i> или <i>между</i> операциями механической обработки	$HRC < 36$
2	»	$HRC 36–51$
3	»	$HRC > 51$ отдельных поверхностей детали
4	»	$HRC > 51$ всех поверхностей детали
5	С термической обработкой <i>после</i> операций механической обработки	

Т а б л и ц а П.2.10

Характеристика массы детали

Код	Масса, кг
1	2
5	0,05–0,1
6	0,1–0,2
7	0,2–0,5
8	0,5–1,0
9	1,0–1,6

Окончание табл. П.2.10

1	2
А	1,6–2,5
Б	2,5–4,0
В	4–10
Г	10–16
Д	16–25
Е	25–40
Ж	40–63
И	63–100
К	100–160

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Нормальные линейные размеры (ГОСТ 6636-69), мм

<i>Ra 5</i>	<i>Ra 10</i>	<i>Ra 20</i>	<i>Ra 40</i>		Дополнительные		
1,0	1,0	1,0	1,0	1,05	–	–	
		1,1	1,1	1,15	–	–	
		1,2	1,2	1,3	1,25	1,35	
		1,4	1,4	1,5	1,45	1,55	
1,6	1,6	1,6	1,6	1,7	1,65	1,75	
		1,8	1,8	1,9	1,85	1,95	
	2,0	2,0	2,0	2,1	2,05	2,15	
		2,2	2,2	2,4	2,3	–	
2,5	2,5	2,5	2,5	2,6	2,7	2,9	
		2,8	2,8	3,0	3,1	3,3	
	3,2	3,2	3,2	3,4	3,5	3,7	
		3,6	3,6	3,8	3,9	–	

4,0	4,0	4,0	4,0	4,2	4,0	4,4	
		4,5	4,5	4,8	4,6	4,9	
	5,0	5,0	5,0	5,3	5,2	5,5	
		5,6	5,6	6,0	5,8	6,2	
6,3	6,3	6,3	6,3	6,7	6,5	7,0	
		7,1	7,1	7,5	7,3	7,8	
	8,0	8,0	8,0	8,5	8,2	8,8	
		9,0	9,0	9,5	9,2	9,8	

Окончание прил. 3

<i>Ra 5</i>	<i>Ra 10</i>	<i>Ra 20</i>	<i>Ra 40</i>		Дополнительные		
10	10	10	10	10,5	10,2	10,8	
		11	11	11,5	11,2	11,8	
	12	12	12	13	12,5	13,5	
		14	14	15	14,5	15,5	
16	16	16	16	17	16,5	17,5	
		18	18	19	18,5	19,5	
	20	20	20	21	20,5	21,5	
		22	22	24	23	–	
25	25	25	25	26	27	–	
		28	28	30	29	–	
	32	32	32	34	31	33	
		36	36	38	35	37	
40	40	40	40	42	39	41	49
		45	45	48	44	46	
	50	50	50	53	52	55	
		56	56	60	58	62	
63	63	63	63	67	65	70	
		71	71	75	73	78	
	80	80	80	85	82	88	
		90	90	95	92	98	
100	100	100	100	105	102	108	118
		110	110	120	112	115	
	125	125	125	130	135	–	
		140	140	150	145	155	
160	160	160	160	170	165	175	
		180	180	190	185	195	
	200	200	200	210	205	215	
		220	220	240	230	–	
250	250	250	250	260	270	–	

	320	280 320 360	280 320 360	300 340 380	290 330 370	310 350 390	315
400	400 500	400 450 500 560	400 450 500 560	420 480 530 600	410 460 515 580	440 490 545 615	

Примечание. Ряды размеров менее 1,0 и более 500 получают делением или умножением табличных значений на 10.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Шероховатость и точность при различных видах обработки

Вид обработки		Значение параметра Ra , мкм	Квалитет (экономически достижимый)
Автоматическая газовая резка		12,5–100	15–17
Отрезка	приводной пилой	25*–50 (12,5)	15–17
	резцом	25*–100	14–17
	фрезой	25*–50	14–17
	абразивом	3,2–6,3*	12–15
Подрезка торцов		3,2*–12,5 (0,8)	11–13
Строгание	черновое	12,5*–25	12–14
	чистовое	3,2*–6,3	11–13 (10)**
	тонкое	(0,8)–1,6	7**, 8–10
Долбление	черновое	25–50	14, 15
	чистовое	3,2*–12,5	12, 13
Фрезерование цилиндрической фрезой	черновое	25–50	12–14 (11)**
	чистовое	3,2*–6,3	10**, 11
	тонкое	1,6	8, 9
Фрезерование торцевой фрезой	черновое	6,3–12,5	11**, 12–14
	чистовое	3,2*–6,3 (1,6)	10**, 11
	тонкое	(0,8)–1,6	7**, 8, 9
Фрезерование концевой фрезой	черновое	6,3–25	12–14
	чистовое	6,3–1,6	11
Фрезерование скоростное	черновое	3,2	12–14
	чистовое	0,8–1,6*	11–13
Обтачивание продольной подачей	обдирочное	25–100	15–17
	получистовое	6,3–12,5	12–14
	чистовое	1,6*–3,2 (0,8)	7–9

	тонкое (алмазное)	0,4*–0,8 (0,2)	6
Обтачивание поперечной подачей	обдирочное	25–100	16, 17
	получистовое	6,3–12,5	14, 15
	чистовое	3,2*	11–13
	тонкое	(0,8)–1,6	8–11
Обтачивание скоростное		(0,4)–1,6	11
Сверление (без кондуктора)	до 15 мм	6,3–12,5*	12–14
	свыше 15 мм	12,5–25*	12–14
Рассверливание		12,5–25* (6,3)	12–14

Продолжение прил. 4

Вид обработки		Значение параметра R_a , мкм	Квалитет (экономически достижимый)
Зенкерование	черновое (по корке)	12,5–25	12–15
	чистовое	3,2*–6,3	10, 11
Растачивание	черновое	50–100	15–17
	получистовое	12,5–25	12–14
	чистовое	1,6*–3,2 (0,8)	8, 9
	тонкое (алмазное)	0,4*–0,8 (0,2)	7
Скоростное растачивание		0,4–1,6	8
Развертывание	получистовое	6,3–12,5	9, 10
	чистовое	1,6*–3,2	7, 8 (8)**
	тонкое	(0,4)–0,8	6**, 7
Протягивание	получистовое	6,3	8, 9
	чистовое	0,8*–3,2	7, 8
	отделочное	(0,2)–0,4	7
Зенкование плоское с направлением		6,3–12,5	–
Зенкование угловое		3,2–6,3	–
Шабрение	грубое	1,6–6,3	11
	тонкое	(0,1)–0,8	8, 9
Слесарная опиловка		(1,6)–25	8–11
Шлифование круглое	получистовое	3,2–6,3	8–11
	чистовое	0,8*–1,6	6–8
	тонкое	0,2*–0,4 (0,1)	5
Шлифование плоское	получистовое	3,2	8–11
	чистовое	0,8*–1,6	6–8
	тонкое	0,2*–0,4 (0,1)	6, 7
Прошивание		0,4–1,6	7–9

	тонкое	(0,05)–1,6	6, 7
Калибрование отвер- стий шариком или оправкой	после сверления	0,4–1,6	8, 9
	после растачивания	0,4–1,6	7
	после развертывания	0,05–1,6	7
Обкатывание и раскатывание роликами или шариками при исходном $Ra = 3,2–12,5$ мкм		0,4–1,6	6–9
Притирка	чистовая	0,4–3,2	6, 7
	тонкая	0,1–1,6	5

Окончание прил. 4

Вид обработки		Значение параметра Ra , мкм	Квалитет (экономически достижимый)
Полирование	обычное	0,2–1,6	6
	тонкое	0,05–0,1	5
Доводка	грубая–тонкая	0,4*–0,05	5–7
	отделочная (зеркальная)	0,012–0,025	–
Хонингование	плоскостей	0,1–0,4*	7, 8
	цилиндров	(0,05)–0,2*	6, 7
Суперфиниширование	плоскостей	0,2*–0,4 (0,05)	5 и точнее
	цилиндров	0,1*–0,4 (0,05)	5 и точнее
Полирование		0,2–1,6 (0,05)	5, 6
Электрополирование (в знаменателе значе- ние Ra исходной поверхности)	декоративное	0,4–3,2 / 1,6–12,5	6–9
	никелевых покрытий	0,4–0,8 / 1,6–3,2	
Вид обработки		Ra , мкм	Степень точности
Нарезание резьбы	резцом	3,2*–6,3 (1,6)	6–8 (5)
	плашкой	6,3–12,5*	8 (6)
	фрезой	3,2*–6,3 (1,6)	5–8
	метчиком	3,2–12,5* (1,6)	7, (6, 4)
Накатывание резьбы		0,4–3,2	4–8
Шлифование резьбы		1,6*–3,2 (0,4)	4–6
Обработка зубьев ци- линдрических и кони- ческих зубчатых колес	строгание	3,2*–6,3 (1,6)	
	фрезерование	(1,6)–3,2*	
	протягивание	1,6–3,2	8
	швингование,	0,8–1,6	7

	обкатывание		
	шлифование	0,4–1,6	
	зубохонингование, притирка	0,012–0,8	6, 7

П р и м е ч а н и я:

В скобках указаны предельно достижимые значения параметра шероховатости Ra .

* Оптимальное значение Ra для данного вида обработки.

** Экономическая точность изготовления для чугуна.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Технологичность конструкции детали

5.1. Механическая обработка принадлежит к числу наиболее трудоемких и дорогих способов изготовления и составляет до 70 % стоимости изделия. Технологичность конструкции детали существенно влияет на трудоемкость ее изготовления, которая должна быть по возможности наименьшей. Технологичность детали зависит от рационального выбора заготовки (в том числе материала), конструкции детали, правильного назначения базовых поверхностей и простановки размеров, оптимально заданных точности и шероховатости поверхности [1, с. 474 – 492], [2, с. 109 – 152], [5, с. 410 – 452 – конструирование механически обрабатываемых деталей].

5.2. Общие требования к технологичности конструкции детали (ГОСТ 14.204-73) следующие:

1) конструкция детали должна состоять из стандартных и унифицированных конструктивных элементов или быть стандартной в целом [1, с. 364 – 462], [2, с. 54 – 57, 171 – 173, 177 – 179], [3, с. 269 – 294], [7, с. 261, 267]; линейные размеры – соответствовать ГОСТ 6636-69 (прил. 3);

2) детали должны изготавливаться из стандартных и унифицированных заготовок или заготовок, полученных рациональным способом;

3) размеры и поверхности детали должны иметь соответственно оптимальные степень точности и шероховатость (прил. 4);

4) физико-химические и механические свойства материала, жёсткость, форма и размеры детали должны соответствовать требованиям технологии изготовления;

5) точность и шероховатость базовой поверхности (поверхностей) детали должны обеспечивать точность установки, обработки и контроля;

6) конструкция детали должна обеспечивать возможность применения типовых техпроцессов ее изготовления.

5.3. Выбор материала. Практика показывает, что в большинстве случаев вязкие, пластичные материалы дают после механической обработки повышенную шероховатость поверхности и, наоборот, при повышенной твердости шероховатость меньше при некотором повышении сопротивления резанию.

В связи с этим необходимо учитывать следующее:

1) в деталях из углеродистых сталей с содержанием углерода до 0,3 % (Ст 2, Ст 3, 08 кп, 20 и др.) не рекомендуется назначать шероховатость меньше $Ra = 6,3$ мкм;

2) среднеуглеродистые стали (35, 40, 45, 50 и др.) желательно обрабатывать после улучшения до $HRC = 23 - 28$;

3) высокоуглеродистые стали (У8, У10, У12 и др.) желательно обрабатывать в отожженном состоянии;

4) детали из алюминиевых сплавов для улучшения обрабатываемости подвергают закалке и старению.

5.4. Технологичность конструктивных форм детали.

Точность и стабильность обработки в значительной степени определяются:

- простотой конструктивных форм обрабатываемой детали;
- надежностью технологических баз и жесткостью закрепления детали под обработку;
- жесткостью конструкции детали;
- возможностью совмещения технологической и измерительной (конструкторской) баз;
- нормальными условиями врезания и выхода режущего инструмента;
- свободным доступом инструмента к обрабатываемым поверхностям.

Конструкция детали должна отвечать следующим требованиям:

- нерабочие поверхности желательно оставлять без механической обработки, что резко сокращает трудоемкость обработки детали;

- поверхности большой протяженности, требующие обработки, следует прерывать необрабатываемыми участками, получаемыми в заготовке, или участками с черновой обработкой;

- обрабатываемые поверхности целесообразно располагать так, чтобы их можно было обрабатывать напроход;

- следует *избегать расположения* обрабатываемых поверхностей *наклонно к основным осям детали* (особенно под *разными углами*);

- на чертеже детали надо четко разграничивать обрабатываемые поверхности от необрабатываемых;

- особо точные отверстия должны быть сквозными, гладкими и допускать обработку напроход.

К конструкциям деталей класса валов и осей предъявляют следующие основные требования:

- валы и оси (особенно толстые) целесообразней обрабатывать в центрах, что не дает погрешности установки в радиальном направлении; наличие центровых отверстий упрощает контроль;

- следует избегать применения ступенчатых валов и осей, ступени должны иметь, по возможности, небольшие перепады диаметров;

- следует отдавать предпочтение шпоночным пазам, образуемым *дисковой фрезой* (пальцевая фреза менее производительна).

К конструкции деталей класса втулок и колец основные требования такие:

- для обеспечения соосности поверхностей конструкция втулок должна допускать обработку всех внутренних поверхностей *с одной стороны* при *одной установке*;

- фланцы втулок желательно делать круглой формы;

- необходимо четко разграничивать поверхности, обрабатываемые на различных технологических операциях;

- следует избегать внутренних выточек, особенно высокой точности;

- в деталях, подвергающихся термообработке, следует избегать острых углов (уступов), заменяя их галтелями или радиусными переходами.

5.5. Технологичность конструктивных форм детали (по приведенным выше требованиям) оценивают с учетом:

- особенностей выбранного технологического метода обработки,

- конкретных условий и вида производства (массового, серийного, единичного),

- технологических возможностей и особенностей оборудования: детали, обрабатываемые на протяжных станках, должны иметь равномерную жёсткость по длине и достаточную прочность; детали, получаемые на станках токарной группы, должны иметь максимальное число поверхностей вращения, что облегчит их полную обработку на одном станке; детали, обрабатываемые на токарных автоматах, должны иметь минимальное число изменений диаметра сечения; отверстия, обрабатываемые на сверлильных станках, целесообразно выполнять сквозными или ступенчатыми.

5.6. При обработке на станках с программным управлением к конструкциям обрабатываемых деталей предъявляют менее жесткие требования (например, сложные фасонные контурные и объёмные поверхности можно получить без особых трудностей).

Поверхности корпусной детали, обрабатываемой на станке с ЧПУ (фрезерном, многоцелевом) должны быть расположены таким образом, чтобы они были обращены к шпинделю станка при повороте детали вокруг ее одной оси (обычно вертикальной).

Конструкция детали должна обеспечивать простое, удобное и надёжное закрепление ее на станке. Деталь должна иметь высокую жёсткость. Для закрепления нежестких деталей требуются более сложные и дорогие приспособления, а также значительные затраты времени на их установку на станке. При обработке нежестких деталей нельзя использовать высокопроизводительные режимы резания, т.к. увеличение подачи и глубины резания приводят к значительному деформированию детали под действием сил резания. Простая конфигурация детали и технологичные базовые поверхности позволяют использовать для её закрепления простые и дешёвые *универсальные* приспособления (патроны, машинные тиски и др.).

Валы и оси в зависимости от отношения длины к диаметру закрепляют в патроне (при $L/D < 5$) или в центрах (при $L/D < 10$), при этом в детали должны быть центровые отверстия. Детали, длина которых превышает 10 – 12 диаметров, обрабатывают с использованием люнетов.

Размеры поверхностей детали должны соответствовать ряду нормальных линейных размеров (ГОСТ 6636-69), т.к. это позволяет обрабатывать их стандартным инструментом.

Конические переходы (рис. 5.1, *а*) между ступенями вала и фаски следует назначать с учетом стандартных токарных резцов с главным углом в плане (φ), равным 30, 45, 60 или 90°.

Геометрические элементы детали должны быть унифицированы по форме и размерам. Это сокращает номенклатуру инструмента, повышает производительность обработки. Так, канавки одной и той же детали (см. рис. 5.1, *б*) следует назначать одинаковой ширины и обрабатывать одним канавочным резцом.

Поверхности должны соответствовать по форме стандартному инструменту. Например, глухие отверстия следует проектировать с коническим дном (см. рис. 5.1, *в*), образуемым режущей кромкой сверла.

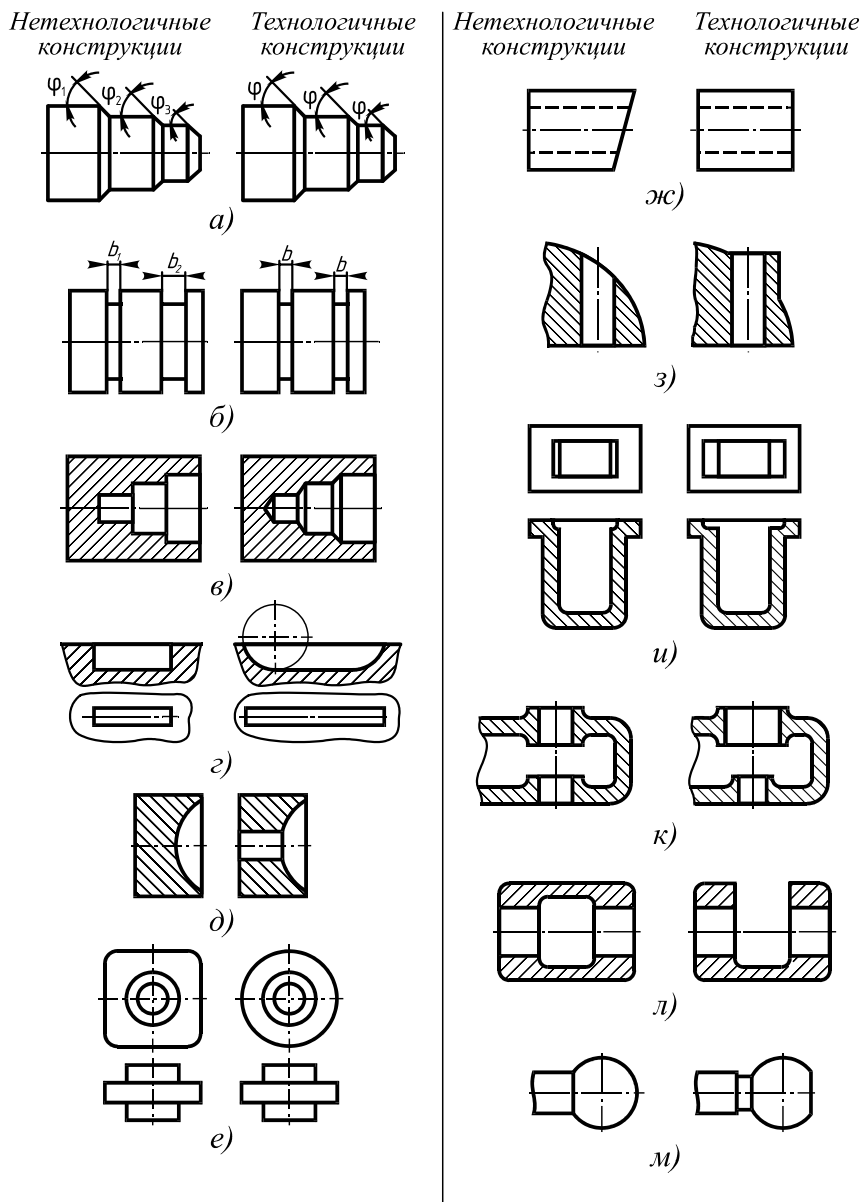


Рис. 5.1. Детали, обрабатываемые на металлорежущих станках

Отверстия должны соответствовать диаметрам стандартных сверл. Следует избегать сквозных отверстий с отношением длины к диаметру более 10, т.к. обработка таких отверстий требует применения специальных сверл. Глубина глухих отверстий не должна превышать шесть диаметров. Удлиненные отверстия рекомендуются только в обоснованных случаях.

Для глухих отверстий, подвергаемых чистовой обработке, следует указывать длину чистовой обработки, т.к. по всей длине отверстия трудно достичь малой шероховатости.

Внутренние *резьбы* лучше выполнять *сквозными*. Глубина резьбы в глухих отверстиях должна быть согласована с размерами *рабочей* части метчика (с учетом заборной части, которая приблизительно равна 1,5 диаметра резьбы). Не рекомендуется назначать резьбы длиной более 1,6 – 3,0 диаметра, т.к. при этом нарушаются нормальные условия свинчиваемости деталей.

Форму шпоночного паза следует принимать в соответствии с размерами шпоночной или дисковой фрезы (рис. 5.1, *з*).

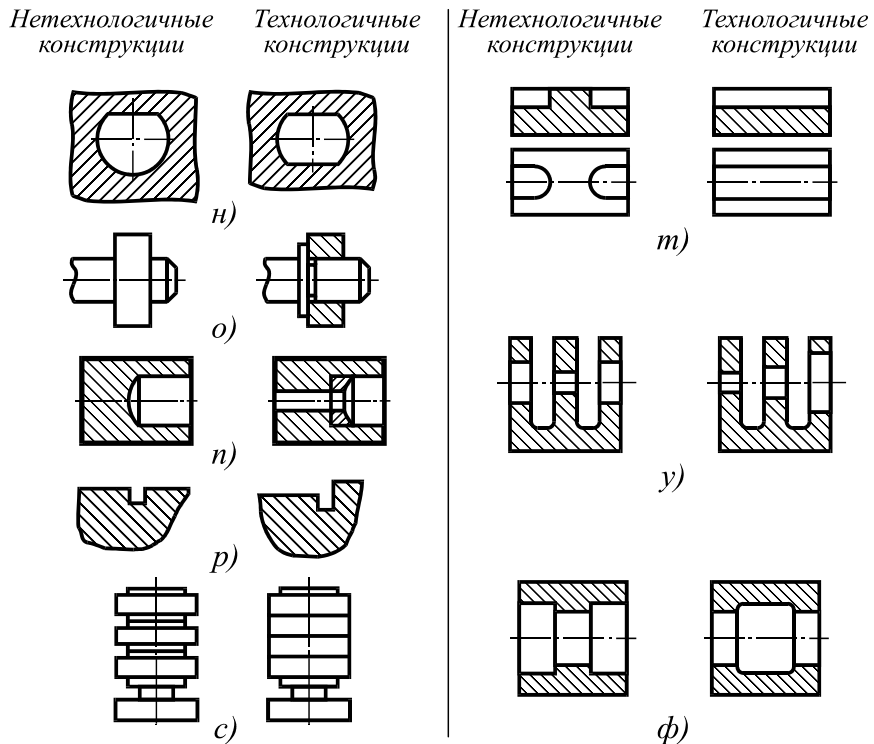
Отдельные участки режущей кромки должны работать приблизительно в одинаковых условиях. Значительное различие в скорости резания приводит к неравномерному износу (рис. 5.1, *д*). Близко к оси вращения скорость резания мала, и инструмент не режет, а сминая материал заготовки. Наличие осевого отверстия существенно облегчает процесс резания.

Необходима *безударная работа инструмента*, которую обеспечивают его плавные вход в материал заготовки и выход. Это достигается, в частности, при наличии фасок и канавок для входа и выхода инструмента. Безударную обработку торцов детали обеспечивает замена прямоугольного фланца круглым (рис. 5.1, *е*). Шлицевые отверстия втулок и муфт не должны иметь выточек в средней части.

Конструктивные элементы деталей не должны вызывать деформаций изгиба инструмента, особенно на его входе и выходе из заготовки, поэтому при протягивании (рис. 5.1, *ж*), сверлении, зенкерования и развёртывании (рис. 5.1, *з*) *поверхность, в которую входит инструмент, должна быть перпендикулярна направлению его движения*. Это требование имеет особое значение для заготовок, обрабатываемых на агрегатных станках, автоматических линиях и станках с ЧПУ, при большом числе осевого инструмента с недостаточной изгибной жесткостью.

Целесообразно так проектировать детали, чтобы *сила резания не изменялась в процессе обработки*, т.к. ее изменения вызывают погрешности формы. Например, ширина фрезеруемых плоских участков детали (рис. 5.1, *и*) должна быть постоянной.

Свободный доступ к поверхности упрощает процесс ее обработки, поэтому при обработке внутренних торцов (рис. 5.1, *к*) доступ к ним облегчают увеличением диаметра отверстия для ввода инструмента. Следует также по возможности избегать обработки закрытых поверхностей (рис. 5.1, *л*).



Продолжение рис. 5.1

Необходимо максимально упрощать фасонные поверхности, *отделять* их от остальных поверхностей детали *канавками* (рис. 5.1, *м*), выполнять поверхности *симметричными* (рис. 5.1, *н*). Это снижает стоимость обработки и позволяет использовать высокопроизводи-

тельные режимы резания. Значительно облегчают процесс обработки, разграничивая поверхности, обрабатываемые различными методами или на различных операциях (рис. 5.1, *p*). Канавки под выход наружной резьбы диаметром до М16 трудновыполнимы, поэтому следует применять бесканавочный выход резьбы.

Упрощение конфигурации детали позволяет облегчить процесс ее обработки. Упрощать деталь можно разделением ее на несколько простых с последующим их соединением запрессовкой, сваркой и др. (рис. 5.1, *o, n*).

Производительность обработки резко возрастает, если конструкция детали допускает многоместную обработку (рис. 5.1, *c*).

Предпочтительнее конструкции, допускающие обработку *напроход*. Например, следует заменять полузакрытые пазы сквозными (рис. 5.1, *m*).

Особое внимание нужно уделять технологичности корпусных деталей, для которых характерны высокая стоимость и трудоемкость обработки.

Отверстия в корпусных деталях целесообразно выполнять соосными между собой.

Отверстия, к которым предъявляют высокие требования по точности взаимного расположения, рационально обрабатывать, не переустанавливая заготовку. Конструкция корпусных деталей должна обеспечивать *обработку отверстий за один рабочий ход*, а их диаметры должны изменяться последовательно (рис. 5.1, *y, ф*). В деталях, отличающихся по форме от тел вращения, следует избегать резьбовых отверстий большого диаметра, которые требуют обработки резьбовым резцом.

Сторона квадратного сечения на середине вала или оси должна быть больше диаметра примыкающей шейки во избежание ослабления сечения детали; если квадратное сечение выполняют на конце вала или оси, то сторона квадрата должна быть меньше диаметра примыкающей шейки.

5.7. Выбор базовых поверхностей. Технологичность детали во многом определяется правильным назначением базовых поверхностей.

Целесообразно *совмещать конструкторские и технологические базы*. Несоблюдение этого вызывает необходимость введения технологических размеров, удлинение размерных цепей и ужесточение допусков на составляющие размеры. При невозможности совме-

ния конструктивных и технологических баз необходимо связывать их наиболее рационально, учитывая производственно-технические требования.

Простановка размеров с учетом технологических требований обеспечивает:

- 1) совмещение конструктивных и технологических баз;
- 2) стабильное получение размеров детали при обработке на настроенном станке;
- 3) применение наиболее простых приспособлений, режущего и измерительного инструмента;
- 4) надежность и простоту измерения детали на станке при обработке и окончательном контроле;
- 5) ненужность пересчета размеров при изготовлении и измерении деталей;
- 6) рациональную последовательность в обработке деталей.

На размеры детали должны быть рационально назначены качества (допуски) с учетом экономической точности в сочетании с оптимальной шероховатостью поверхностей (см. прил. 4).

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Порядок расположения и примеры записи технических требований на чертежах

Технические требования на чертеже излагают, группируя вместе однородные и близкие по своему характеру требования в последовательности, указанной в табл. П.6.1.

Т а б л и ц а П.6.1

Последовательность записи технических требований на чертежах	Примерное изложение текста технических требований
1. Требования к материалу	“Раковины и посторонние включения не допускаются” “Трещины, расслоения, рыхлоты не допускаются”
2. Требования к заготовке (сварке)	“Класс точности отливки – 2 по ГОСТ 1855-55” “Центровые отверстия не допускаются” “Заварка раковин не допускается” “Сварные швы по ГОСТ 5264-80” “Сварные швы № 1 по ГОСТ ..., № 2 – по ГОСТ ...” “Шероховатость поверхности сварных швов <i>Ra</i> 6,3 мкм”

Последовательность записи технических требований на чертежах	Примерное изложение текста технических требований
<p>3. Требования к термической обработке и к свойствам материала готовой детали (электрические, магнитные, диэлектрические, твердость и т.д.)</p>	<p>Если все изделие подвергается одному виду термической обработки, то делается запись: “Цементировать h 0,7 – 0,9 мм; 58 – 52 HRC” “41 – 43 HRC” “Отжечь” “После сварки снять внутренние напряжения” “Произвести искусственное старение” Если термической обработке подвергается часть изделия: “38 – 43 HRC, кроме поверхн. А” “Поверхность А ТВЧ h 1,5 – 4 мм; 45 – 51 HRC” “Цементировать h 0,8 – 1,1 мм, кроме шлицев и поверхности Б; зубья – 54 – 58 HRC; сердцевина – 240 – 300 HB” “Зубья ТВЧ h 1,5 – 3,5 мм; 51 – 55 HRC” “Шлицы ТВЧ h 1 – 2 мм от впадины; 54 – 58 HRC”</p>
<p>4. Указание материалов-заменителей</p>	<p>“Допускается замена материала на ...”</p>
<p>5. Размеры, предельные отклонения размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, массы и т.п.</p>	<p>“Неуказанные радиусы 6 мм” “Внутренние радиусы сгибов 10 мм” “Радиусы скруглений (сгибов) 4 мм” “ * Размеры для справок” “ * Обработать по сопрягаемой детали (или по дет. ...)” “ * Размеры обеспеч. инструм.” “ * Размеры и шероховатость поверхности после покрытия” “ * Обработку по размерам в квадратных скобках производить совместно с ...; детали применять совместно” “Разность размеров B с обеих сторон не более 0,1 мм” “Предельные отклонения размеров между любыми несмежными отверстиями по шагу $25 \pm 0,3$ мм, по шагу $50 \pm 0,5$ мм” “Допуск соосности отверстий А и Б относительно их общей оси $\varnothing 0,01$ мм (допуск зависимый)” “База – плоскость симметрии поверхности А” “H14; $h14$; $\pm \frac{IT14}{2}$”</p>

Последовательность записи технических требований на чертежах	Примерное изложение текста технических требований
6. Требования к качеству поверхностей, указания об их отделке, покрытии	<p>“На рабочих поверхностях изделий не допускаются риски, забоины и другие аналогичные дефекты”</p> <p>“На поверхности <i>A</i> риски, раковины, вмятины не допускаются”</p> <p>“На кромках изделий не допускаются заусеницы более 0,2 мм”</p> <p>“Хим. Окс. прм.”</p> <p>“Ц9хр, кроме поверхн. <i>A</i>”</p> <p>“Покрытие наружных поверхностей – МЛ-12 серый ГОСТ 22133-86”</p> <p>“Покрытие – Хим. Окс./эмаль НЦ-25 светло-серая ГОСТ 5406-84.У.У2”</p> <p>“Детали поз. 1, 2, 3 устанавливать после покрытия”</p>
7. Условия и методы испытаний	<p>“Проверить на отсутствие трещин и непроваренных мест”</p> <p>“Испытать на прочность под давлением – МПа (кгс/см²) в течение – мин. Признаки разрыва, течи, слезки, потения, видимые остаточные деформации в сварных швах и на основном металле не допускаются”</p> <p>“Сварной шов испытать на ... Шов должен выдерживать нагрузку не менее ...”</p>
8. Указания о маркировке и клеймении	<p>“Маркировать ...”</p> <p>“Клеймить ...”</p> <p>“Маркировать ... на бирке”</p> <p>“Маркировать на торце обода <i>B</i>: $m = 5$; $z = 32$”</p> <p>“Надписи и знаки гравировать – шрифтом ПУ5 ГОСТ 2930-62. В гравировку втереть эмаль ПФ-155 белую ГОСТ 6465-76”</p> <p>“Риски гравировать шириной ... мм, глубиной ... мм”</p>

Содержание

Предисловие.....	3
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ СИСТЕМЫ ОБОЗНАЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ.....	4
2. СОСТАВЛЕНИЕ ЗАДАНИЯ.....	7
3. ОФОРМЛЕНИЕ ЗАДАНИЯ ПО КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ.....	14
Л и т е р а т у р а.....	16
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	17
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	20
ПРИЛОЖЕНИЕ 3.....	25
ПРИЛОЖЕНИЕ 4.....	27
ПРИЛОЖЕНИЕ 5.....	30
ПРИЛОЖЕНИЕ 6.....	38

Учебное издание

Методические указания

по разработке заданий к курсовым проектам
по технологической оснастке
и технологии машиностроения

Составители: ГОРБАЦЕВИЧ Александр Феликсович
ИВАЩЕНКО Сергей Анатольевич
ЖДАНОВИЧ Владимир Викторович

Редактор В.В.Мохнач. Корректор М.П.Антонова
Компьютерная верстка Н.А.Школьниковой

Подписано в печать 2002.

Формат 60x84 1/16. Бумага типографская № 2.

Печать офсетная. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 2,4. Уч.-изд. л. 1,9. Тираж 100. Заказ 278.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

Лицензия ЛВ №155 от 30.01.2003. 220013, Минск, проспект
Ф.Скорины, 65.