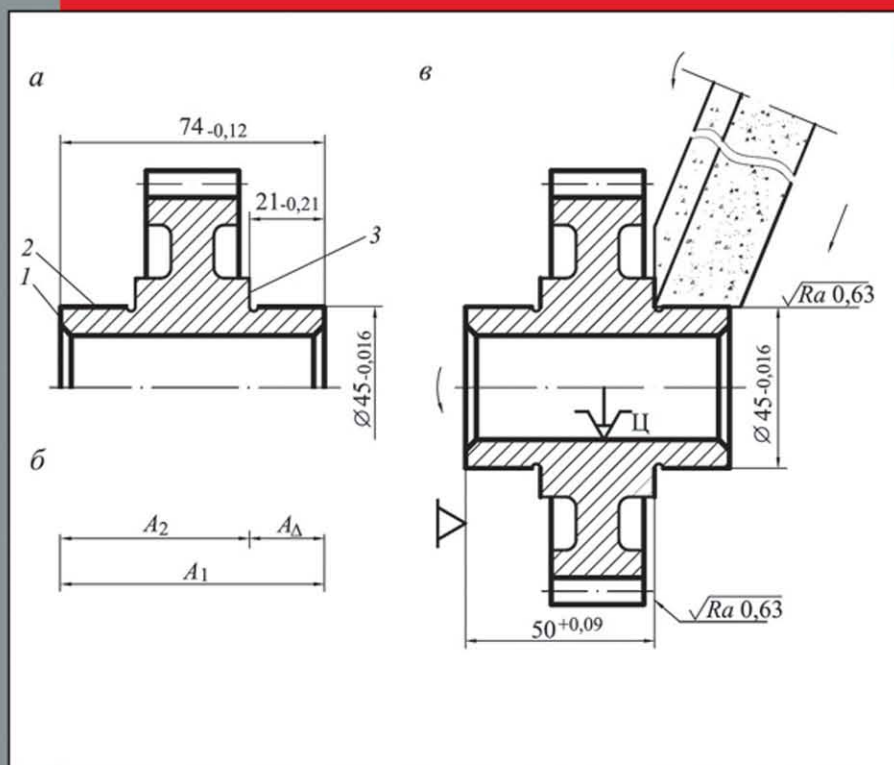




студентам
учреждений
высшего
образования

Технология машиностроения

Курсовое проектирование



Технология машиностроения

Курсовое проектирование

*Допущено
Министерством образования
Республики Беларусь
в качестве учебного пособия
для студентов учреждений
высшего образования
по машиностроительным специальностям*

*Допущено
Учебно-методическим объединением вузов
по образованию в области
автоматизированного машиностроения (УМО АМ)
в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлению подготовки
«Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
(Российская Федерация)*

Под редакцией М.М. Кане, В.К. Шелега



Минск
«Вышэйшая школа»
2013

УДК 378.147.091.313:62(075.8)

ББК 74.58

Т34

Авторы: М.М. Кане, А.И. Медведев, И.А. Каштальян, И.М. Бабук, Г.П. Кривко, В.К. Шелега, А.Г. Схиртладзе

Рецензенты: кафедра «Технология и оборудование машиностроительного производства» учреждения образования «Витебский государственный технологический университет»; заведующий кафедрой «Технология машиностроения» учреждения образования «Брестский государственный технический университет» кандидат технических наук, доцент *О.А. Медведев*

Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или любой ее части не может быть осуществлено без разрешения издательства

Технология машиностроения. Курсовое проектирование : учеб.
Т34 пособие / М.М. Кане [и др.]; под ред. М.М. Кане, В.К. Шелега. –
Минск : Выш. шк., 2013. – 311 с.
ISBN 978-985-06-2285-3.

Рассмотрены содержание и методы выполнения курсового проекта по дисциплине «Технология машиностроения» и родственным дисциплинам («Технология станкостроения», «Технология двигателестроения» и др.) студентами машиностроительных специальностей учреждений высшего образования. Раскрыты методы анализа исходной информации, выбора типа и организационной формы производства, получения заготовки. Освещаются вопросы выбора технологических баз, маршрута обработки с экономическим обоснованием, оборудования, оснастки, расчетов припусков, режимов резания, технических норм времени, количества и загрузки оборудования, средств автоматизации и механизации производства. Рассмотрены возможности станков с ЧПУ, методы упрочнения и электрофизической обработки, особенности автоматизации и механизации основных и вспомогательных производственных процессов. Приведен обширный справочный материал о характеристиках и стоимости отечественного и зарубежного оборудования и оснастки. Имеются данные, необходимые для выбора СОЖ, оформления технологической документации.

Для студентов учреждений высшего образования и учащихся учреждений среднего специального образования машиностроительных специальностей, а также для специалистов машиностроительных предприятий.

УДК 378.147.091.313:62(075.8)
ББК 74.58

ISBN 978-985-06-2285-3

© Оформление. УП «Издательство “Вышэйшая школа”», 2013

ПРЕДИСЛОВИЕ

Технология в значительной степени определяет состояние и развитие машиностроительного производства. От ее уровня зависят производительность труда, экономичность расходования материальных и энергетических ресурсов, качество выпускаемой продукции и другие показатели. Для дальнейшего ускоренного развития машиностроения как основы всего народного хозяйства страны требуется разработка новых технологических процессов, постоянное совершенствование традиционных и поиск более эффективных методов обработки, упрочнения деталей машин, сборки их в изделия.

Важная роль в ускорении научно-технического прогресса в машиностроении отводится подготовке высококвалифицированных инженерных кадров, освоению ими современных способов изготовления и контроля продукции, методик проектирования прогрессивных технологических процессов. Поэтому выпуск учреждениями высшего образования инженеров по специальности «Технология машиностроения», а также технологическая подготовка студентов других машиностроительных специальностей приобретают все большее значение.

В системе образования инженеров курсовое проектирование по технологии машиностроения занимает особое место. Эта самостоятельная работа студентов является наиболее важным этапом их подготовки к дипломному проектированию и в значительной степени определяет формирование технологической составляющей квалификации будущих инженеров.

В учебном пособии приводится содержание курсового проекта по технологии машиностроения, включающего разработку технологического процесса механической обработки деталей машин, проектирование оснастки и экономическое обоснование проектных решений. Большое внимание уделяется современным аспектам проектирования – разработке технологических операций изготовления деталей при использовании автоматизированного оборудования, в том числе станков с программным управлением.

Важным разделом курсового проектирования является научно-исследовательская работа. Поэтому в учебном пособии изложены основные требования, предъявляемые к выполнению исследований и оформлению результатов; приводятся необходимый справочный материал и примеры оформления технологической документации.

Настоящее учебное пособие написано коллективом кафедры «Технология машиностроения» Белорусского национального технического университета на базе изданного ранее учебного пособия «Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении» (под ред. В.В. Бабука. Минск: Выш. шк., 1987), также подготовленного сотрудниками указанной кафедры.

В данном издании по сравнению с предыдущим раскрыто содержание курсового проекта (работы) по технологии машиностроения для различных машиностроительных специальностей, учтены современные представления о формировании качества продукции при ее изготовлении, новые стандарты, существенно уточнены методы определения типа производства, выбора технологических баз и оценки точности базирования, дается экономическое обоснование методов получения заготовок и технологического процесса обработки и др. Рассмотрены методы автоматизации и механизации процессов транспортирования деталей и их контроля, возможности оборудования с

ЧПУ, электрофизических и электрохимических методов обработки, процессов упрочнения и восстановления деталей машин. Существенно расширен объем приложений за счет информации о возможностях различных методов получения заготовок и их механической обработки, технических характеристиках и стоимости современного оборудования и оснастки и др.

Все эти изменения и дополнения призваны повысить качество курсового проектирования и способствовать его выполнению с учетом современных условий производства, обеспечить инновационный уровень проектов.

Авторский материал распределен следующим образом: глава 1 написана совместно М.М. Кане и В.К. Шелегом; в главе 2 используется информация из [18] с добавлениями и изменениями М.М. Кане; глава 3 – М.М. Кане, А.И. Медведевым, И.М. Бабуком, А.Г. Схиртладзе; глава 4 – М.М. Кане, И.А. Каштальяном, Г.П. Кривко; глава 5 – М.М. Кане; глава 6 – И.М. Бабуком, М.М. Кане; глава 7 – М.М. Кане, А.И. Медведевым, В.К. Шелегом, приложения – М.М. Кане, А.И. Медведевым.

Авторы выражают глубокую признательность Т.И. Бельской за большой труд по созданию компьютерной версии рукописи, а также П.В. Веремею за оформление иллюстративного материала рукописи.

Глава 1. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ»

1.1. Цель и тематика

Курсовое проектирование по дисциплине «Технология машиностроения» является составной частью изучения данного курса или родственных дисциплин («Технология станкостроения», «Технология двигателестроения» и др.). Оно выполняется, как правило, после чтения лекций, проведения лабораторных и практических работ, прохождения производственной конструкторско-технологической практики. Курсовое проектирование представляет собой комплексную работу, включающую разработку технологического процесса механической обработки детали машины, проектирование станочного приспособления, режущего или вспомогательного инструмента, выполнение необходимых технических и экономических расчетов, а также решение ряда других задач.

Целью проектирования является не только закрепление, углубление и обобщение знаний, полученных на предыдущих этапах изучения предмета, но, главным образом, приобретение практических навыков решения различных технологических задач подготовки производства деталей машин и разработки технологической документации. При этом студент должен научиться пользоваться справочной и нормативной литературой, государственными стандартами, каталогами и другими материалами информационного характера, необходимыми для выполнения проекта.

Тема проекта, как правило, формулируется в следующем виде: «Технологический процесс механической обработки детали (наименование и номер) и конструкции специальной оснастки», что отражает задачи и содержание проекта. Тематика курсового проектирования обычно формируется на базе конкретных машиностроительных предприятий, где проводится конструкторско-технологическая практика студентов.

В качестве базового варианта проекта используются технология обработки детали и оснащение процесса действующего производства. Он должен быть детально проанализирован студентом во время практики, после чего намечаются мероприятия по его совершенствованию при курсовом проектировании. Такое формирование тематики курсового проектирования позволяет обучать студентов по учебной литературе в сочетании с данными реально действующего производства. При этом у студента всегда имеется возможность изучить передовой опыт машиностроительных заводов в рассматриваемой области производства деталей машин и использовать его при выполнении проекта. Для повышения самостоятельности выполнения студентом курсового проекта рекомендуется менять основные размеры и другие характеристики детали, чертеж которой выдается ему для проектирования. Таким образом, темы курсовых проектов носят не отвлеченный учебный характер, а непосредственно связаны с современным машиностроительным производством. Объектом проектирования может быть деталь, для которой отсутствуют технологический процесс и оснастка.

Объектами технологического проектирования служат детали различных машин и оборудования средней сложности, являющихся изделиями основного производства машиностроительных заводов: автомобилей, тракторов, мотоциклов, велосипедов, сельскохозяйственных и дорожных

машин, металлорежущих станков и оборудования, двигателей внутреннего сгорания, электрических машин и др. Ими могут быть детали, разные по конструкции и служебному назначению, например валы, оси, втулки, диски, зубчатые колеса, рычаги, кронштейны, корпуса.

Детали, выбранные в качестве объектов для технологического проектирования, должны быть достаточно трудоемкими в изготовлении и содержать 10...15 операций или переходов (позиций) механической обработки, разнообразные поверхности и конструктивные элементы: отверстия, шпоночные пазы, шлицы, резьбы, зубья и др.

К большинству поверхностей или элементов детали должны предъявляться высокие требования точности и качества поверхности, необходимости применения специального станочного приспособления или оснастки, разрабатываемой или существенно модернизируемой в курсовом проекте.

Проект может включать и разработку групповых технологических процессов. В этом случае объектом является группа деталей, подбираемых по конструктивным и технологическим признакам, а разрабатываемая оснастка должна удовлетворять требованиям групповой обработки деталей.

Тема проекта, как правило, является индивидуальной. Однако в ряде случаев возможно выполнение проекта по комплексной теме группой студентов, состоящей из двух-трех и более человек, при обязательном делении между ними объема выполняемых работ. Комплексная тема может быть выдана студентам, когда объектом проектирования является сложная деталь, для которой объем технологических и конструкторских разработок выходит за рамки одного курсового проекта, а также при выполнении работ по заказам предприятий. Каждый исполнитель проектирует свою часть технологического процесса (например, черновую, чистовую или отделочную обработку) и его оснащение. В состав такого проекта могут входить научно-исследовательские работы, если они органически связаны с основным объектом проектирования. Организация выполнения курсовых проектов по комплексным темам сложнее, чем по индивидуальным, так как требует увязки работ, выполняемых каждым студентом. Однако такие проекты соответствуют условиям технологического проектирования на предприятиях.

Тема проекта может носить научно-исследовательский характер. В задачи такого проекта входит решение технологических вопросов, тесно связанных с технологией механической обработки заданной детали. Например, может проводиться экспериментальный статистический анализ достигнутых параметров качества детали (точности, шероховатости поверхностей и др.) на последовательных операциях технологического процесса с разработкой рекомендаций по совершенствованию технологии, улучшению конструкции оснастки. Объем и содержание исследовательской части курсового проекта устанавливаются в индивидуальном порядке. Однако в любом случае основой для проведения исследований должен служить базовый вариант действующего на предприятии технологического процесса.

1.2. Содержание и объем курсового проекта для различных машиностроительных специальностей

1.2.1. Специальность 1-36 01 01 «Технология машиностроения»

В курсовом проекте разрабатываются технологический процесс механической обработки заданной детали, специальная оснастка и технико-экономическое обоснование принятых решений, а также ряд непосредственно связанных с ними вопросов.

Проект делится на графическую часть, пояснительную записку и технологическую документацию.

Графическая часть. В графическую часть курсового проекта входит четыре-пять листов чертежей стандартного формата А1. Типовое содержание этой части проекта следующее: чертеж детали – 0,5...1 лист; чертеж заготовки – 0,5...1 лист; технологические операционные эскизы на 8...12 операций или переходов (позиций) – 2 листа; общий вид специального станочного или контрольного приспособления – 0,5...2 листа; чертеж режущего инструмента – 0,5...1 лист.

В зависимости от темы и содержания проекта в графическую часть при необходимости дополнительно или за счет частичного сокращения объема отдельных пунктов могут входить: чертеж наладки для станка с ЧПУ с привязкой рабочих точек всех инструментов к системе координат

станка, графики, схемы и другие иллюстративные материалы по научно-исследовательской работе или отдельным разделам проекта.

Пояснительная записка. Объем пояснительной записки – 40...50 страниц рукописного текста (без учета технологических карт). Рекомендуется следующее типовое содержание пояснительной записки.

1. Введение. Излагаются общие положения о состоянии, перспективах и основных направлениях развития отрасли промышленности и завода, по которым выполняется курсовой проект.

2. Объект производства. Приводятся описание назначения сборочной единицы и детали, условия их работы в машине и конструктивные особенности. Анализируются технические требования, предъявляемые к детали. При этом должны быть выявлены основные свойства детали, от которых в первую очередь зависит ее нормальное функционирование при эксплуатации машины, установлены основные требования к материалу детали, обоснован выбор материала и его термообработки. Приводятся в виде таблиц химический состав материала и его механические свойства.

3. Анализ технологичности конструкции обрабатываемой детали. Производится качественная и количественная оценка технологичности конструкции, на основании чего в чертеж детали могут быть внесены целесообразные изменения. В этом случае приводятся необходимые технические и экономические обоснования.

4. Выбор типа и организационной формы производства. Тип производства устанавливается на основе определения коэффициента закрепления операций, организационная форма – на основе сравнения заданного выпуска изделий и расчетной производительности оборудования. Определяется такт выпуска для массового или количество деталей в партии для серийного производства.

5. Проектирование технологического процесса. Оно содержит следующие этапы:

а) выбор оптимального метода получения заготовки: выбирается метод получения заготовки заданной детали, приводится характеристика метода и его экономическое обоснование;

б) определение вида и степени детализации технологического процесса: указывается, какой технологический процесс (в соответствии с их классификацией) разрабатывается в проекте и какие формы документации при этом используются;

в) выбор методов обработки: выбираются и обосновываются методы обработки всех поверхностей заданной детали на основе предъявляемых к ним технических требований (к точности, качеству поверхностей и др.);

г) выбор технологических баз, оценка точности базирования и закрепления заготовки: дается обоснование выбора технологических баз и их чередования; по заданию руководителя производится построение схем базирования и установки (см. § 3.5) для обработки одной-двух поверхностей детали;

д) предварительная разработка и выбор варианта технологического маршрута: разрабатываются возможные варианты технологического маршрута, обеспечивающие требуемые показатели качества детали, производится расчет экономической эффективности сравниваемых вариантов и выбор наиболее рационального из них по критерию минимальных затрат;

е) составление технологического маршрута изготовления детали: производится разработка общей последовательности операций и выбор типов оборудования;

ж) разработка технологических операций механической обработки: устанавливается структура операций и порядок переходов; производится выбор моделей оборудования, приспособлений, режущих, вспомогательных и измерительных инструментов, определение припусков расчетно-аналитическим (на одну-две поверхности) и опытно-статистическим (на все остальные поверхности) методами; определяются режимы резания (методом расчета по эмпирическим формулам [1] для одного перехода и путем подбора по нормативам [2 и др.] для другого перехода; эти методики необходимо подробно описать, для всех остальных переходов производят выбор и расчет режимов резания с помощью нормативов [2 и др.]); результаты сводят в общую таблицу (см. главу 3). Устанавливают технологические нормы времени и разряды работы; по заданию руководителя проекта рассчитывают технологические размерные цепи, разрабатывают программу для станка с ЧПУ с ее отработкой с помощью ПО;

з) разработка операций технического контроля: определяются контролируемые параметры качества детали, средства контроля и доля деталей, подвергаемых окончательному, а в случае необходимости – промежуточному, контролю.

6. Проектирование специальной оснастки. Приводятся краткое описание, принцип действия и техническая характеристика разработанных или существенно модернизированных в проекте конструкций приспособления, режущего или вспомогательного инструмента. Дается обоснование выбора принципиальных схем этой оснастки, типов конструктивных элементов и механизмов. Описываются их преимущества по сравнению с базовыми вариантами. Конструкторские разработки сопровождаются расчетами усилия зажима, прочности, жесткости, точности и др.

7. Техничко-экономическое обоснование проекта. Определяются требуемое количество оборудования и его загрузка. Строятся графики загрузки оборудования и использования его по основному времени и мощности привода. Рассчитывается цеховая себестоимость изготовления детали по разработанному проекту и его базовому варианту. Определяется технико-экономическая эффективность технологического процесса, специальной оснастки и других разработок. Приводится таблица основных технико-экономических показателей (см. главу 6).

8. Научно-исследовательская часть проекта. Приводится отчет о научно-исследовательской работе по ГОСТ 7.32-2001.

9. Заключение по проекту. В краткой форме (не более чем на двух страницах) подводятся итоги разработки технологического процесса и оснастки. Следует сформулировать основные выводы, отметить особенности проекта в сравнении с базовым вариантом, представить заключение о применении новых технологических методов обработки, прогрессивных конструкций оснастки. Здесь же приводятся наиболее важные технико-экономические показатели проекта и определяется его соответствие современному уровню развития машиностроения.

Технологическая документация. С пояснительной запиской сброшюровывается разработанная по проекту технологическая документация: маршрутная карта, операционные карты на все операции механической обработки, карты эскизов, карты технического контроля [1, 3].

Конкретное содержание графической части, пояснительной записки и технологической документации с указанием объемов разработок (количество чертежей, эскизов, операционных карт) устанавливается консультантом проекта при выдаче задания на проектирование.

На ЭВМ по стандартным программам рекомендуется выполнять расчеты размерных цепей, припусков, режимов резания и техническое нормирование, а также статистическую обработку результатов наблюдений и экспериментов, полученных в ходе выполнения научно-исследовательской работы.

1.2.2. Другие машиностроительные специальности

Студенты, обучающиеся по специальностям 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства», 1-53 01 01-01 «Автоматизация технологических процессов и производств (машиностроение и приборостроение)», 1-27 01 01-01 «Экономика и организация производства (машиностроение)», 1-37 01 01 «Двигатели внутреннего сгорания», 1-37 01 03 «Тракторостроение», 1-37 01 04 «Многоцелевые гусеничные и колесные машины», 1-37 01 05 «Городской электрический транспорт», выполняют курсовой проект по технологии машиностроения*.

Студенты специальностей 1-36 01 04 «Оборудование и технологии высокоэффективных процессов обработки материалов», 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин», 1-36 20 01 «Низкотемпературная техника» выполняют курсовую работу по технологии машиностроения.

Указанные курсовой проект и курсовая работа имеют в основном те же объект и цели проектирования, а также основные элементы графической части и расчетно-пояснительной записки, что и курсовой проект по технологии машиностроения для специальности 1-36 01 01, но в несколько меньшем объеме. Особенности курсовых проекта и работы для перечисленных выше специальностей заключаются в следующем.

1. Объект проектирования должен использоваться в соответствующей отрасли машиностроения или иметь подобие деталям, применяемым в ней. Для специальности 1-36 01 04 объект проектирования в базовом процессе изготовления должен подвергаться упрочнению.

* Студенты специальности 1-36 01 03 выполняют курсовой проект по технологии станкостроения.

2. Графическая часть должна содержать чертежи детали, заготовки, технологические операционные эскизы на 6 операций или переходов (позиций) – 1...1,5 листа А1, общий вид станочного или контрольного приспособления – 1 ...1,5 листа А1.

3. Из расчетно-пояснительной записки для специальностей 1-37 01 01, 1-37 01 03, 1-37 01 04, 1-37 01 05, 1-36 01 07, 1-36 20 01, 1-27 01 01-01 могут быть исключены аналитические расчеты припусков и режимов резания при сохранении их подбора по справочникам, исключается также расчет режущего инструмента.

4. Технологическая документация для всех рассматриваемых в данном параграфе специальностей должна включать маршрутные карты всего технологического процесса, операционные карты и карты эскизов для двух-трех операций обработки и операции окончательного контроля.

5. Для специальности 1-36 01 04 в разделе «Объект производства» следует обосновать необходимость упрочнения детали с учетом условий ее эксплуатации и ресурса работы; в разделе «Проектирование технологического процесса» необходимо обосновать принятый метод упрочнения, описать его режимы, оборудование, оснастку; в разделе «Проектирование специальной оснастки» следует отдавать предпочтение оснастке для подготовки поверхностей к упрочнению или для упрочнения поверхностей (например, для нанесения покрытий, для поверхностно-пластических деформаций и др.).

Глава 2. АНАЛИЗ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

2.1. Содержание информации

Исходная информация для разработки технологических процессов делится на базовую, руководящую и справочную [18].

Базовая информация – сведения, содержащиеся в конструкторской документации на изделие (чертежах изделия, сборочных единиц и деталей, технических условиях, спецификациях и других документах по ГОСТ 2.102-68) и плановом задании на его изготовление, где указываются объем выпуска изделий и запасных частей к ним, сроки подготовки производства и др.

Рабочий чертеж детали содержит основные исходные данные для проектирования технологического процесса механической обработки изделия. На чертеже изображается конструкция детали и ее элементов с размерами и другими данными, необходимыми для изготовления и контроля. Указываются требуемые размеры, форма и относительное расположение поверхностей, параметры их шероховатости, масса детали, марка и твердость материала, из которого она изготавливается. При необходимости приводятся сведения о твердости материала отдельных поверхностей или элементов, если она отличается от твердости материала детали, способе ее обеспечения (например, закалка токами высокой частоты, нанесение покрытия и др.), а также других технических требований специфического характера (микроструктура материала, допустимый дисбаланс детали и т.д.).

Для анализа назначения, условий работы и требований к долговечности заданной детали необходимы дополнительные конструкторские документы: сборочные чертежи, чертеж общего вида изделия, технические условия и др. Чертеж сборочной единицы отражает расположение и взаимные связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, в том числе и заданной детали, и содержит сведения, необходимые для сборки и контроля. Чертеж общего вида изделия представляет его конструкцию, содержит текстовую часть и надписи, поясняющие взаимодействие основных составных частей и принцип работы изделия. На чертеже общего вида может быть приведена его техническая характеристика. Технические условия (ТУ) содержат потребительские (эксплуатационные) показатели изделия и методы контроля его качества, могут быть составлены (на стадии конструкторской подготовки) также и для наиболее ответственных деталей и сборочных единиц, если их невозможно полностью изложить на рабочем или сборочном чертеже изделия (сборочной единицы).

Руководящая информация – сведения, содержащиеся в программных документах руководства страны по развитию данной отрасли промышленности или народного хозяйства в целом; планах повышения технического уровня производства; планах выпуска материалов, средств технологического оснащения и подготовки кадров; стандартах всех уровней на технологические процессы и методы управления ими, оборудование и оснастку; документации на перспективные технологические процессы; документах по защите окружающей среды от вредного влияния данного вида производства, технике безопасности и промышленной санитарии; производственных инструкциях.

Справочная информация – сведения, содержащиеся в научно-технических прогнозах; описания прогрессивных методов обработки; документации на действующие типовые и рабочие технологические процессы; каталогах, номенклатурных справочниках прогрессивного технологического оборудования и оснастки; материалах по выбору технологических нормативов (режимов обработки, припусков, норм расхода материалов и др.); методиках по управлению и расчетам точности, определению экономической эффективности процесса и т.д.; технологических классификаторах объектов производства и операций и др.

При разработке технологических процессов для действующих или реконструируемых предприятий необходимо располагать дополнительной информацией, характеризующей местные производственные условия: наличие или возможности приобретения оборудования, приобретения или изготовления приспособлений, инструментов, средств механизации и автоматизации, наличие производственных площадей, возможности применения современных видов заготовок и др.

2.2. Анализ объекта производства

Процесс создания машины складывается в основном из двух частей: конструирования и изготовления [18]. Оба эти процесса взаимосвязаны и преследуют одну и ту же цель – производство машины, удовлетворяющей заданному служебному назначению.

Эксплуатационные показатели качества машины зависят не только от ее конструкции, но и, в большей степени, от технологии изготовления деталей и сборки их в изделие. Поэтому четкое определение назначения машины, конкретизация ее функций, а также выяснение области и условий эксплуатации, причин нарушения ее работоспособности необходимы для обоснованной постановки задач по разработке технологических процессов изготовления и сборки всех ее составных частей.

Установив назначение машины, следует проанализировать деталь, заданную для проектирования технологического процесса, с точки зрения ее роли в машине: в какую простейшую сборочную единицу она входит и какие функции в ней выполняет, в какую более сложную сборочную единицу входит та в свою очередь и далее до машины в целом. Следует рассмотреть функциональное назначение каждой составной части этой конструктивной цепочки, основываясь на положениях ГОСТ 2.101-68, где регламентируются виды и структура изделий машиностроения: детали, сборочные единицы, комплексы и комплекты.

Деталь – изделие (или составная часть изделия), изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций. Деталь не имеет каких-либо разборных или неразъемных соединений и является первичным сборочным элементом машины.

Сборочная единица – изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, сочленением, клепкой, сваркой, опрессовкой, развальцовкой, склеиванием и т.д.). В соответствии с указанным стандартом к сборочным единицам также относится совокупность нескольких простых сборочных единиц, имеющих общее функциональное назначение и совместно устанавливаемых на предприятии-изготовителе в другой сборочной единице. Примерами могут служить электрооборудование машины, механизм газораспределения двигателя, его смазочная система, система охлаждения и др. Однако такая сборочная единица (составная часть изделия) не всегда отвечает основному технологическому требованию – возможности осуществления ее сборки независимо от других элементов изделия.

При анализе заданного для разработки технологического процесса изготовления детали сначала следует охарактеризовать ее общую конструкцию, а затем форму всех ее элементов и поверхностей, отметить наличие шлицев, шпоночных пазов, резьб, зубьев, канавок, фигурных выступов или впадин и др., требующих для своей обработки специального оборудования и оснастки. Нужно установить функциональную роль каждого элемента и поверхности детали. При этом следует иметь в виду, что с конструкторской точки зрения различают исполнительные поверхности, основные и вспомогательные базы и свободные поверхности.

К **исполнительным (функциональным) поверхностям** в подшипниках качения относятся беговые дорожки и поверхности шариков и роликов, в зубчатых передачах – боковые поверхности зубьев, в винтовых механизмах, преобразующих один вид движения в другой, – поверхности резьбы и т.д. К исполнительным поверхностям, как правило, предъявляются наиболее жесткие

требования, причем они вытекают из функционального назначения и условий работы машины, сборочной единицы, детали и обычно подвергаются упрочнению при обработке.

По своему назначению базы делятся на конструкторские, технологические и измерительные. **Основные и вспомогательные базы**, согласно ГОСТ 21495-76, являются конструкторскими и принадлежат данной детали или сборочной единице. Первые из них (основные) определяют положение рассматриваемой детали в изделии, вторые (вспомогательные) – положение присоединяемых к ним других деталей или сборочных единиц (рис. 2.1). При сборке соединений основные базы одной детали опираются на вспомогательные базы другой.

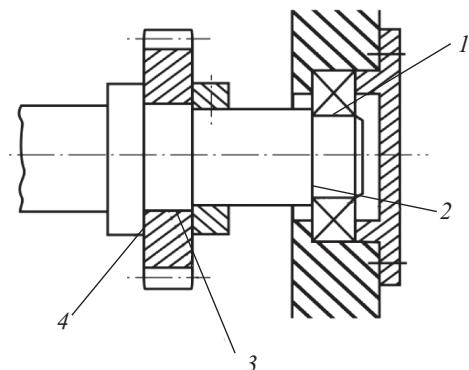


Рис. 2.1. Конструкторские базы:
для вала: 1, 2 – основные; 3, 4 – вспомогательные;
для зубчатого колеса: 3, 4 – основные

В пределах одной детали между вспомогательными и основными базами всегда существуют размерные связи, определяющие их относительное расположение в пространстве и реализуемые в виде линейных и угловых размеров. Эти связывающие размеры являются промежуточным звеном, определяющим положение детали или сборочной единицы. Поэтому размеры, связывающие основные и вспомогательные базы детали, должны быть отмечены на чертеже, а в технологическом процессе предусмотрены меры для надежного обеспечения их точности и контроля при изготовлении детали.

Расположение координатных осей детали, как правило, должно совпадать с поверхностями, являющимися основными базами, поскольку именно они определяют положение данной детали в машине. Положение всех остальных поверхностей (вспомогательных баз, исполнительных и свободных поверхностей) с конструкторской точки зрения желательно ориентировать относительно основных баз.

Свободные поверхности не выполняют никаких рабочих функций, предусмотренных служебным назначением детали, и не сопрягаются с поверхностями других деталей машины. Они вместе с перечисленными ранее поверхностями придают детали нужную конструктивную форму. Свободные поверхности, как правило, не обрабатываются. Необходимость их обработки может возникнуть в основном в следующих случаях:

- 1) при изготовлении быстровращающихся во время работы деталей с целью уменьшения влияния неуравновешенности и облегчения их балансировки;
- 2) при изготовлении деталей, работающих внутри закрытой полости, во избежание попадания туда грязи или окалины с необработанных свободных поверхностей, когда применение способов их очистки неэффективно или неэкономично;
- 3) при изготовлении деталей, работающих со значительными нагрузками, с целью улучшения качества свободных поверхностей и повышения сопротивления усталости;
- 4) при изготовлении деталей, работающих в среде, вызывающей коррозию;
- 5) при использовании свободных поверхностей в качестве технологических баз, когда требуется более высокая точность обработки этих поверхностей;
- 6) при образовании свободных поверхностей, когда другие способы их получения неэкономичны или неосуществимы, как, например, поверхностей сложных ответственных деталей самолетов и др.;
- 7) при изготовлении деталей, на массу которых установлен достаточно жесткий допуск, и др.

При анализе детали с точки зрения функционального назначения ее поверхностей рекомендуется строить схемы размерных цепей, характеризующие взаимосвязь конструкторских (основных и вспомогательных) баз между собой и исполнительными поверхностями [60]. Это позволит в дальнейшем более обоснованно подойти к выбору технологических и измерительных баз и установлению последовательности обработки поверхностей детали.

Заданная для разработки технологии деталь должна быть рассмотрена также с точки зрения ее долговечности. На основании планового задания, статистических эксплуатационных или специальных исследований и расчетов нужно определить нормативный и действительный ресурсы работы машины, рассматриваемой детали и сборочной единицы, в которую она входит, а также установить, лимитирует ли данная деталь долговечность сборочной единицы и та, в свою очередь, – долговечность машины.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава 1. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ»	5
1.1. Цель и тематика	5
1.2. Содержание и объем курсового проекта для различных машиностроительных специальностей	6
1.2.1. Специальность 1-36 01 01 «Технология машиностроения»	6
1.2.2. Другие машиностроительные специальности	8
Глава 2. АНАЛИЗ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	10
2.1. Содержание информации	10
2.2. Анализ объекта производства	11
2.3. Анализ технологичности конструкции детали	15
2.3.1. Общие положения	15
2.3.2. Качественная оценка технологичности конструкции	16
2.3.3. Количественная оценка технологичности конструкции	16
2.4. Анализ базового варианта технологического процесса	19
Глава 3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	26
3.1. Последовательность и общая методика разработки технологических процессов	26
3.2. Особенности проектирования и содержания технологических процессов для различных типов и условий производства	27
3.3. Выбор типа и организационной формы производства	28
3.4. Выбор оптимального метода получения заготовки	32
3.4.1. Общие положения	32
3.4.2. Заготовки из проката и специальных профилей	33
3.4.3. Кованые и штампованные заготовки	34
3.4.4. Отливки	36
3.4.5. Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки	39
3.5. Выбор технологических баз и оценка точности базирования	52

3.6. Определение вида и степени детализации содержания технологического процесса	70
3.7. Выбор методов обработки на основе требований к точности и качеству поверхностей деталей машин	70
3.8. Предварительная разработка и выбор варианта технологического маршрута по минимуму технологической себестоимости	72
3.8.1. Общие положения	72
3.8.2. Расчет технологической себестоимости операций механической обработки	73
3.9. Составление технологического маршрута обработки	81
3.10. Разработка технологических операций	81
3.10.1. Установление рациональной последовательности переходов	81
3.10.2. Выбор моделей оборудования и определение его загрузки	82
3.10.3. Выбор технологической оснастки	83
3.10.4. Расчет припусков	87
3.10.5. Расчет режимов резания	112
3.10.6. Расчет технической нормы времени на обработку детали	113
3.11. Выбор средств автоматизации и механизации элементов технологического процесса	115
3.12. Разработка мероприятий по охране труда	117
3.13. Применение электрофизической, электрохимической, лучевой и комбинированной обработки материалов	118
3.14. Методы упрочнения деталей машин	130
Глава 4. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ	145
4.1. Механизация и автоматизация вспомогательных процессов при механической обработке деталей	145
4.1.1. Общие положения	145
4.1.2. Механизация и автоматизация внутрицехового и межцехового транспортирования грузов	146
4.1.3. Механизация уборки металлической стружки	148
4.1.4. Механизация и автоматизация установки заготовок на металлорежущие станки	150
4.1.5. Механизация и автоматизация контрольных операций при механической обработке деталей и сборке машин	153
4.2. Особенности технологического проектирования при изготовлении деталей на станках с ЧПУ	156
4.2.1. Виды и характер работ по проектированию технологических процессов изготовления деталей на станках с ЧПУ	156
4.2.2. Технологические возможности станков с ЧПУ	157
4.2.3. Технологичность деталей, изготавливаемых на станках с ЧПУ	162
4.2.4. Построение маршрута изготовления деталей на станках с ЧПУ	163
4.2.5. Проектирование технологических операций механической обработки на станках с ЧПУ	163
Единичные циклы обработки элементов детали	163
Обработка контуров и поверхностей фрезерованием	164
Обработка тел вращения	167
Обработка отверстий	171
4.2.6. Последовательность выполнения переходов при изготовлении корпусных деталей на многооперационных станках с ЧПУ	174
4.2.7. Выбор технологической оснастки для станков с ЧПУ	175

Глава 5. НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА В КУРСОВОМ ПРОЕКТЕ ПО ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ	177
5.1. Общие положения	177
5.2. Содержание отчета	178
Глава 6. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЕКТЕ	180
6.1. Общие положения	180
6.2. Определение необходимого количества оборудования и его загрузки	180
6.3. Построение диаграмм загрузки оборудования и стойкости инструмента	182
6.4. Основные технико-экономические показатели технологического процесса	184
Глава 7. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА ПО ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ	189
7.1. Оформление графической части проекта	189
7.2. Оформление технологической документации	193
7.3. Оформление пояснительной записки	197
7.4. Оформление научно-исследовательской части проекта	198
Приложения	200

Учебное издание

Кане Марк Моисеевич
Медведев Анатолий Иванович
Каштальян Иван Алексеевич и др.

ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Курсовое проектирование

Учебное пособие

Редактор *Е.В. Савицкая*
Художественный редактор *Т.В. Шабунько*
Технический редактор *Н.А. Лебедевич*
Корректоры *Т.В. Кульнис, В.И. Аверкина, Е.З. Липень*
Компьютерная верстка *Д.И. Дыбовского*

Подписано в печать 19.09.2013. Формат 84×108/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Petersburg». Офсетная печать.
Усл. печ. л. 32,76. Уч.-изд. л. 25,5. Тираж 700 экз. Заказ 1793.

Республиканское унитарное предприятие «Издательство “Вышэйшая школа”».
ЛИ № 02330/0494062 от 03.02.2009. Пр. Победителей, 11, 220048, Минск. e-mail: market@vshph.com <http://vshph.com>

Филиал № 1 открытого акционерного общества «Красная звезда».
ЛП № 02330/0494160 от 03.04.2009. Ул. Советская, 80, 225409, Барановичи.