

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ И ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**



Кафедра деталей машин и
основ

инженерного проектирования

ДЕТАЛИ МАШИН И ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ

Методические указания
к самостоятельному изучению дисциплины
для студентов специальности 190603 (230100)

Санкт-Петербург 2006

УДК 621.81

. **Пронин В.А.** Детали машин и основы конструирования. Метод. указания к самостоятельному изучению дисциплины для студентов спец. 190603 (230100). – СПб.: СПбГУНиПТ, 2006. – 18 с.

Даны темы к самостоятельной проработке дисциплины, а также методические указания по ее изучению и вопросы для самоконтроля.

Рецензент

Доктор техн. наук, проф. В.И. Пекарев

Рекомендованы к изданию редакционно-издательским советом уни-верситета

© Санкт-Петербургский государственный
университет низкотемпературных
и пищевых технологий, 2006

ВВЕДЕНИЕ

Данные методические указания и контрольные задания составлены в соответствии с программой дисциплины «Детали машин и основы конструирования».

Целью изучения предмета является овладение основами теории, расчета и конструирования деталей машин.

В соответствии с учебным планом дисциплина изучается на третьем курсе, и этому должно предшествовать освоение студентами ряда предметов, к числу которых относятся «Сопrotивление материалов» и «Теоретическая механика».

В течение двух семестров читаются лекции, на которых излагаются основные положения дисциплины и знакомят слушателей с новыми малоосвещенными в литературе вопросами.

Для закрепления теоретических знаний студенты выполняют три расчетно-графические работы, практические, лабораторные работы и курсовой проект. Проверка знаний студентов производится при сдаче экзамена.

Настоящие методические указания помогут студентам в их самостоятельной работе при изучении дисциплины и выполнении контрольных заданий.

Мы рекомендуем студентам изучать предмет по одному из учебников, указанных в списке основной литературы. Книги по отдельным вопросам, справочники и другие учебные пособия, указанные в списке дополнительной литературы, должны быть использованы при изучении отдельных тем и выполнении контрольных заданий.

УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ РАЗДЕЛОВ КУРСА

Основное условие надлежащего усвоения материала дисциплины – самостоятельная работа с рекомендуемой литературой.

Приступая к изучению каждой темы, прежде всего надо ознакомиться с ее содержанием и просмотреть соответствующие разделы учебника, чтобы иметь представление о круге вопросов, подлежащих изучению, и объеме материала. Для лучшего запоминания и усвоения материала нужно составлять краткий конспект по каждой теме. Конспект должен содержать перечень вопросов по теме, основные положения, определения, выводы формул и необходимый иллюстративный материал (схемы, графики и т. п.). Краткий конспект будет полезен при повторении материала и подготовке к экзамену.

После изучения темы по учебнику рекомендуется воспроизвести по памяти определения, выводы формул, схемы, последовательность расчета и т. п. Вопросы для самопроверки, приведенные по каждому разделу, помогут в закреплении изученного материала.

На экзамене проверяется четкое усвоение всех теоретических и практических вопросов программы и умение применять полученные знания при решении практических задач расчета и конструирования деталей машин.

Ниже изложены рекомендации по изучению отдельных разделов программы.

1. ДЕТАЛИ МАШИН И ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ

Необходимо ознакомиться с ролью машиностроения в развитии промышленности, достижениями отечественного и зарубежного машиностроения, основными тенденциями развития конструкции машин, классификацией узлов и деталей машин.

Следует также обратить внимание на основные задачи курса, его содержание и связь со специальными дисциплинами [1, 3].

Вопросы для самопроверки

1. Каковы основные тенденции развития современного машиностроения?

2. Что означают понятия деталь, узел и машина в целом?

1.1. Критерии работоспособности деталей машин

Эта тема начинается с изучения основных критериев работоспособности деталей машин и методов их оценки. При этом особое внимание следует уделить вопросам выбора допускаемых напряжений и определению коэффициентов запаса прочности [1, 3].

Вопросы для самопроверки

1. Какие требования предъявляются к деталям машин?
2. Назовите основные критерии работоспособности деталей машин.
3. Как производится оценка соответствия деталей основным требованиям работоспособности?

2. МЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАЧИ

2.1. Ременные передачи

Прежде всего ознакомьтесь с назначением, классификацией и особенностями механических передач.

При изучении этой темы необходимо рассмотреть следующие вопросы: основные виды ременных передач и области их применения; материал и конструкция ремней; геометрические, кинематические и силовые зависимости в ременных передачах; расчет ремней по тяговой способности и на долговечность; материал, конструкция и расчет шкивов.

Нужно ясно представлять, что между силами натяжения ремня при работе передачи, окружным усилием, коэффициентом трения и углом обхвата меньшего шкива существует взаимозависимость, как и между коэффициентом тяги, и относительным скольжением, и КПД передачи. Следует обратить внимание на определение напряжений в ремне в зависимости от положения сечения по длине ремня [1, 7].

Вопросы для самопроверки

1. Виды ремней и их различие по форме поперечного сечения.
2. Из каких материалов изготавливают ремни?

3. Каковы достоинства и недостатки отдельных типов ремней?
4. Каковы достоинства и недостатки ременных передач по сравнению с другими передачами?
5. Как определяют передаточное число ременной передачи с учетом проскальзывания ремня?
6. Как определяют силы натяжения ветвей ремня?
7. Как рассчитывают ремни на долговечность?
8. Какие натяжения действуют в ремне?

2.2. Цепные передачи

Данная тема требует знакомства с типами цепей и изучения следующих вопросов: виды цепных передач и области их применения; кинематические и силовые зависимости; определение диаметра звездочек, числа звеньев и длины цепи; проектировочный и проверочный расчет цепей на износостойкость шарниров; нагрузки на валы.

Следует выяснить причины неравномерности движения цепи и ее влияние на работу передачи; ознакомиться со способами смазки цепных передач [1, 6].

Вопросы для самопроверки

1. Каковы достоинства и недостатки цепных передач и где их применяют?
2. Назовите виды приводных цепей.
3. Как смазывают цепные передачи?
4. Определение несущей способности цепей и подбор их по ГОСТам.
5. Каков расчет цепи на долговечность?
6. Как определить диаметр начальной окружности звездочки?
7. Чему равна нагрузка на вал цепной передачи?
8. В чем причина неравномерности движения цепи и как это влияет на передаточное число?

2.3. Зубчатые передачи

Прежде всего следует усвоить основную терминологию ГОСТов на зубчатые передачи. Затем изучить следующие вопросы: виды зубчатых передач и области их применения; кинематика и геометрия

передач; материалы, термохимическая обработка колес; критерии работоспособности и расчет цилиндрических зубчатых передач на выносливость по контактным напряжениям и напряжениям на изгиб; особенности расчета конических передач; определение допускаемых напряжений; конструкция зубчатых колес и способы смазки передач [1, 10].

Вопросы для самопроверки

1. Каковы основные достоинства зубчатых передач по сравнению с другими передачами?
2. Почему эвольвентное зацепление имеет преимущественное применение?
3. Каков стандартный исходный профиль рейки эвольвентного зацепления?
4. Что такое модуль зацепления? Как различить модули зацепления для косых и шевронных зубьев?
5. Определение диаметров начальной и делительной окружностей зубчатого колеса.
6. Как вычисляют диаметры окружностей вершин и впадин зубчатого колеса?
7. По какому модулю зацепления определяют диаметры делительных окружностей колес с косыми зубьями?
8. Что такое коэффициент перекрытия и каково его минимальное значение?
9. Какое минимальное число зубьев допускается для колес различных видов зубчатых передач?
10. Что такое коэффициент смещения?
11. Каковы виды смещения эвольвентного зацепления и где они применяются?
12. Потери в зубчатой передаче. Чему равен ее КПД?
13. Из какого материала изготавливают зубчатые колеса и какие виды термохимической обработки зубьев применяют для их упрочнения?
14. Какие степени точности изготовления зубчатых передач имеют преимущественное распространение в общем машиностроении?
15. Причины выхода из строя зубчатых передач и критерии их работоспособности.

16. Как произвести расчет зубьев по контактным напряжениям и напряжениям на изгиб?

17. По какому модулю зацепления производят расчет на прочность зубьев конических колес?

18. По какому зубчатому колесу производят расчет зубьев на контактную прочность и на изгиб?

19. В чем отличие мультипликатора от зубчатого редуктора?

20. Как различить зубчатые редукторы по числу пар передач, форме колес, форме зубьев и расположению валов?

21. Как производится смазка зубьев колес в редукторах?

2.4. Червячные передачи

При изучении червячных передач нужно усвоить следующие вопросы: устройство червячных передач; их достоинства, недостатки и области применения; конструкция червяка и червячного колеса и их материалы; геометрические, кинематические и силовые зависимости в червячных передачах; расчет червячного колеса на контактную прочность и на изгиб; тепловой расчет червячной передачи; способы смазки и охлаждения червячных передач [1, 8].

Вопросы для самопроверки

1. Каковы виды червяков и червячных передач?

2. Каковы преимущества и недостатки червячной передачи в сравнении с зубчатой и когда ее применяют?

3. Как определяют КПД червячной передачи?

4. Из каких материалов изготавливают червяки и червячные колеса?

5. Чему равно минимальное число зубьев червячного колеса?

6. Как выбирают число заходов червяка?

7. Какие силы действуют на червяк и червячное колесо и как их определяют?

8. Расчет зубьев червячных колес на контактную прочность и изгиб.

9. Как производят смазку червячных передач?

10. Каков тепловой расчет червячных редукторов?

2.5. Фрикционные передачи и вариаторы

По этой теме нужно изучить следующие вопросы: основные виды фрикционных передач, достоинства, недостатки и области их применения; конструкция и материал колес; расчет передач; фрикционные вариаторы, их основные виды, области применения и расчет [1, 2].

Вопросы для самопроверки

1. Каковы основные виды фрикционных передач и вариаторов?
2. Каковы достоинства и недостатки фрикционных передач?
3. Где применяют фрикционные передачи и вариаторы?
4. Из каких материалов изготавливают колеса фрикционных передач?
5. Как определить силу прижатия колес цилиндрической и конической фрикционных передач?
6. Как производят расчет колес фрикционных передач по контактным напряжениям и удельным давлениям?

2.6. Передачи винт – гайка

По данной теме необходимо изучить особенности и области применения передач винт – гайка; резьбы для винтов и гаек; конструкцию, материал и расчет винтов и гаек [1, 3].

Вопросы для самопроверки

1. Где применяют передачи винт – гайка? Каковы их достоинства и недостатки?
2. Как определить момент, необходимый для вращения винта или гайки?
3. Как рассчитывают винты передачи?
4. Что является основной причиной выхода из строя винтов и гаек передач?
5. В каких случаях винты рассчитывают на устойчивость?
6. Как определяют основные размеры гайки?

3. ОПОРЫ, ВАЛЫ И ОСИ, МУФТЫ

3.1. Оси и валы

Студентам необходимо знать назначение, конструкцию и материалы осей и валов, цапфы (шпы и шейки) и пяты осей и валов, их разновидности и области применения; расчеты осей и валов на прочность, жесткость и вибростойкость [1, 3].

Вопросы для самопроверки

1. Что такое ось и вал, в чем разница между ними?
2. Что называют цапфой, шпцом, шейкой и пятой?
3. Из каких материалов изготавливают оси и валы?
4. Как рассчитывают оси и валы на статическую прочность, выносливость и жесткость?
5. Что такое критическая частота вращения оси или вала?
6. Как рассчитать критическую частоту вращения оси или вала при поперечных колебаниях?

3.2. Подшипники скольжения

Прежде всего ознакомьтесь с основными типами, конструкцией и областями применения подшипников скольжения. Затем изучите материалы вкладышей и корпусов подшипников; условия работы; виды трения и смазки подшипников; условия возникновения гидродинамического режима работы и жидкостного трения; расчеты подшипников скольжения в условиях смешанного и жидкостного трения; тепловой расчет подшипников скольжения [1, 3].

Вопросы для самопроверки

1. В каких случаях и где применяют подшипники скольжения?
2. Каковы виды трения в подшипниках скольжения и в чем их особенность?
3. Почему при жидкостном трении режим работы подшипника скольжения самый благоприятный?
4. Какие условия необходимы для образования режима жидкостного трения?

5. Как рассчитывают подшипники скольжения, работающие при полужидкостном трении?

6. Расчет подшипников скольжения, работающих при жидкостном трении

3.3. Подшипники качения

При изучении этой темы нужно сначала ознакомиться с классификацией подшипников качения и их конструкцией, а также областями применения основных типов подшипников. Затем усвоить следующие вопросы: материалы деталей подшипников; смазка подшипников, их монтаж и регулировка; выбор подшипников по динамической и статической грузоподъемности; расчет подшипников качения на долговечность [1, 3].

Вопросы для самопроверки

1. Почему подшипники качения получили преимущество в применении?

2. В чем особенность основных типов подшипников качения и где их применяют?

3. Зачем нужен сепаратор в подшипниках?

4. Понятие динамической и статической грузоподъемности подшипника

5. Эквивалентная нагрузка и ее определение.

6. Как подбирают подшипники качения по ГОСТу?

7. Расчет подшипника качения на долговечность.

8. Монтаж и демонтаж подшипников качения.

3.4. Муфты

При изучении темы следует ознакомиться с классификацией и с основными типами муфт, их конструкцией, особенностями работы и областями применения. Необходимо также научиться подбирать муфты по ГОСТу и производить их проверочные расчеты [1, 3].

Вопросы для самопроверки

1. Как различают группы муфт по назначению и принципу действия?
2. На какие группы подразделяют постоянные муфты?
3. Как устроены втулочная и фланцевая муфты, где их применяют и как производят их проверочный расчет?
4. Как устроена кулачково-дисковая муфта, где ее применяют и как производят ее проверочный расчет?
5. Устройство и работа зубчатой муфты, ее подбор по ГОСТу.
6. В чем особенности устройства и работы упругих муфт?
7. Каковы виды упругих муфт?
8. Как устроена упругая втулочно-пальцевая муфта, где ее применяют и как производят ее проверочный расчет?
9. Различные группы сцепных муфт и особенности их работы.
10. Как устроены кулачковые и зубчатые сцепные муфты и где их применяют?
11. Каковы виды фрикционных муфт, как они устроены и как работают?
12. Особенности расчета дисковых и конических фрикционных муфт.
13. Группы автоматических муфт и особенности их работы.
14. Как устроены, где применяют и как рассчитывают предохранительные муфты?

4. СОЕДИНЕНИЯ

4.1. Резьбовые соединения

Резьбовые соединения – наиболее распространенный вид разъемных соединений в машиностроении. По данной теме необходимо изучить следующие вопросы: резьбы и их разновидности, ГОСТы на резьбы, области применения отдельных видов резьб; расчет резьбы и подбор ее по ГОСТам; конструкция болтов, винтов, шпилек, гаек, шайб и гаечных замков, их материал; резьбы для болтов; области применения различных болтов, винтов, шпилек, гаек, шайб и гаечных замков, подбор их по ГОСТам; расчет единичных и групповых резьбовых соединений при различных способах их нагружения.

При изучении болтов, находящихся под действием статических нагрузок, необходимо уяснить разницу в расчетах в зависимости от способа их нагружения.

Нужно усвоить расчет болтов при действии на них переменных нагрузок, а также ознакомиться с методикой расчета групп болтов и с нормами допускаемых напряжений.

Следует особо обратить внимание на способы увеличения прочности болтов, винтов, шпилек и гаек [1, 10].

Вопросы для самопроверки

1. Как различают резьбы по назначению и по геометрической форме и какие из них стандартизованы?
2. Как различают резьбы по числу заходов и по направлению наклона витков и где они применяются?
3. Каковы виды метрической резьбы?
4. Как рассчитывают резьбу?
5. Из какого материала изготавливают болты, винты, шпильки, гайки и шайбы?
6. Когда вместо болтов применяют винты и шпильки?

4.2. Сварные, паяные и клееные соединения

При изучении сварных соединений основное внимание нужно обратить на следующее: виды соединений и швов, области их применения и расчет; преимущества и недостатки сварных конструкций по сравнению с паяными и клееными. Необходимо также ознакомиться с нормами допускаемых напряжений для сварных швов.

Отметим, что, несмотря на большие преимущества, сварные конструкции вследствие меньшей жесткости и внутренних напряжений в швах, оказываются менее качественными по сравнению с конструкциями из чугунного или стального литья.

При изучении паяных и клееных соединений обратите внимание на особенности этих соединений: виды соединяемых материалов, предварительную подготовку поверхностей деталей, расчет на прочность соединений, выбор допускаемых напряжений.

Вопросы для самопроверки

1. Каковы преимущества сварных соединений по сравнению с клееными?
2. Основные виды сварки, применяемые в машиностроении. В чем их сущность?
3. Каковы типы сварных швов?
4. Как рассчитать стыковые сварные швы?
5. Расчет угловых, лобовых, фланговых и комбинированных сварных швов.
6. Какие материалы можно соединять пайкой и склеиванием?
7. В каких случаях предпочтительнее соединения пайкой?

4.3. Соединения с натягом

Основное внимание при изучении этой темы нужно обратить на следующие вопросы: виды соединений с натягом, особенности технологии их сборки и области применения. Это особенности расчета цилиндрических соединений с натягом при нагружении осевой силой и крутящим моментом, а также подбор посадок и конструирование соединений с натягом [1, 3].

Вопросы для самопроверки

1. Каковы виды соединений с натягом и какими способами их осуществляют?
2. Где применяют соединения с натягом?
3. Как рассчитывают цилиндрические соединения с натягом при нагружении осевой силой и крутящим моментом?

4.4. Шпоночные, зубчатые (шлицевые) и профильные соединения

В данной теме необходимо усвоить следующие вопросы: конструкция шпонок, шлицевых и профильных соединений; области их применения, подбор шпонок и шлицевых соединений по ГОСТу; способы центрирования шлицевых соединений; расчет шпоночных и шлицевых соединений [1, 3].

Вопросы для самопроверки

1. Назовите виды шпонок?
2. Где применяют различные типы шпонок? Из каких материалов их изготавливают? Как определяют их размеры?
3. Как производят проверочный расчет призматических и сегментных шпонок?
4. Каковы различия шлицевых соединений?
5. Каковы преимущества шлицевых соединений по сравнению со шпоночными?
6. Как осуществляют центрирование шлицевых соединений, как их выбирают и рассчитывают?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основной

1. **Иванов М.Н.** Детали машин. – М.: Высш. шк. 2000. – 383 с.
2. **Иосилевич Г.Б.** Детали машин. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.
3. **Решетов Д.Н.** Детали машин. – М.: Машиностроение, 1989. – 496 с.

Дополнительный

4. **Биргер И.А., Шор Б.Ф., Иосилевич Г.Б.** Расчеты на прочность деталей машин. – М.: Машиностроение, 1992. – 704 с.
5. **Воскресенский В.А., Дьяков В.И.** Расчет и проектирование опор скольжения. – М.: Машиностроение, 1980. – 224 с.
6. **Гаркунов Д.Н.** Триботехника. – М.: Машиностроение, 1985. – 424 с.
7. **Гречищев Е.С., Ильяшенко А.А.** Соединения с натягом. – М.: Машиностроение, 1981. – 274 с.
8. **Готовцев А.А., Котенок И.П.** Проектирование цепных передач. – М.: Машиностроение, 1982. – 336 с.
9. Детали машин: Атлас конструкций / Под. ред. Д.Н. Решетова. – М.: Высш. шк., 1992. – 370 с.
10. **Кириллов З.Г., Багиров С.А.** Автоматизированное проектирование конструкций. – М.: Машиностроение, 1985. – 191 с.
11. **Когаев В.П.** Расчеты деталей машин на прочность и долговечность. – М.: Высш. шк., 1991. – 250 с.
12. **Орлов П.Н.** Основы конструирования: В 2-х кн. – М.: Машиностроение, 1988.
13. **Решетов Д.Н., Иванов А.С., Фадеев В.В.** Надежность деталей машин. – М.: Высш. шк. – 240 с.
14. **Ряховский О.А., Иванов В.А.** Справочник по муфтам. – СПб: Политехник, 1991. – 381 с.

СОДЕРЖАНИЕ

<u>ВВЕДЕНИЕ.....</u>	<u>5</u>
<u>УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ РАЗДЕЛОВ КУРСА.....</u>	<u>6</u>
<u>1. ДЕТАЛИ МАШИН И ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ.....</u>	<u>6</u>
<u>1.1. Критерии работоспособности деталей машин</u>	<u>7</u>
<u>2. МЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕДАЧИ.....</u>	<u>7</u>
<u>2.1. Ременные передачи.....</u>	<u>7</u>
<u>2.2. Цепные передачи.....</u>	<u>8</u>
<u>2.3. Зубчатые передачи.....</u>	<u>8</u>
<u>2.4. Червячные передачи.....</u>	<u>10</u>
<u>2.5. Фрикционные передачи и вариаторы.....</u>	<u>11</u>
<u>2.6. Передачи винт – гайка.....</u>	<u>11</u>
<u>3. ОПОРЫ, ВАЛЫ И ОСИ, МУФТЫ.....</u>	<u>12</u>
<u>3.1. Оси и валы.....</u>	<u>12</u>
<u>3.2. Подшипники скольжения.....</u>	<u>12</u>
<u>3.3. Подшипники качения.....</u>	<u>13</u>
<u>3.4. Муфты.....</u>	<u>13</u>
<u>4. СОЕДИНЕНИЯ.....</u>	<u>14</u>
<u>4.1. Резьбовые соединения.....</u>	<u>14</u>
<u>4.2. Сварные, паяные и клееные соединения.....</u>	<u>15</u>
<u>4.3. Соединения с натягом.....</u>	<u>16</u>
<u>4.4. Шпоночные, зубчатые (шлицевые) и профильные соединения.....</u>	<u>16</u>
<u>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....</u>	<u>18</u>

Пронин Владимир Александрович

ДЕТАЛИ МАШИН И ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ

Методические указания
к самостоятельному изучению дисциплины
для студентов специальности 190603 (230100)

Редактор
Р.А. Сафарова

Корректор
Н.И. Михайлова

Компьютерная верстка
Н.В. Гуральник

Подписано в печать 30.06.2006. Формат 60×84 1/16
Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,16. Печ. л. 1,25. Уч.-изд. л. 1,06
Тираж 25 экз. Заказ № С 14

СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9
ИПЦ СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9