

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Ивановский государственный химико-технологический
университет

Т.Г. КОМАРОВА, В.П. ЗАРУБИН, А.О. МАГНИЦКИЙ

МЕХАНИКА

Часть 3. ДЕТАЛИ МАШИН

Методическое пособие
для самостоятельной работы студентов

Под редакцией. В. Г. Мельникова

Иваново 2008

УДК 621.8.

Комарова Т. Г., Зарубин В. П., Магницкий А. О.
Механика. Ч. 3. Детали машин: методическое пособие
для самостоятельной работы студентов/
Под ред. В. Г. Мельникова; Иван. гос. хим.-технол.
ун-т. Иваново, 2008. – 112 с.

Методическое пособие содержит развернутую
программу лекционного курса раздела «Детали машин»
дисциплины «Механика», вопросы для самоконтроля,
задачи для самостоятельного решения, а также
примеры решения задач по указанным разделам. В
последнем разделе пособия приведены тестовые
вопросы по разделу «Детали машин».

Предназначено для студентов-технологов
дневной и заочной форм обучения.

Рецензенты: кафедра механики Ивановской
государственной сельскохозяйственной академии;
кандидат технических наук В.В. Киселев (Ивановский
институт ГПС МЧС России).

ВВЕДЕНИЕ

Цель изучения деталей машин заключается в том, чтобы, исходя из условий работы деталей и узлов машины, усвоить методы, правила и нормы их проектирования, обеспечивающие выбор наиболее рациональных для них материалов, форм, размеров, степени точности, качества поверхности и технических условий изготовления.

При изучении деталей машин достаточно по каждому разделу проработать только один из рекомендуемых учебников (основная литература). Справочники, атласы чертежей, книги по отдельным вопросам и другие учебные пособия, указанные в дополнительной литературе, могут быть использованы при выполнении контрольных работ и курсового проекта.

Приступая к изучению деталей машин, прежде всего, необходимо уяснить основную задачу всего курса и его связь с другими общетехническими и специальными дисциплинами.

Рационально спроектированная и правильно построенная машина должна быть прочной, долговечной, возможно дешевой, экономичной в работе и безопасной при обслуживании.

Следует обратить внимание на основные тенденции современного машиностроения – повышение быстроходности и мощности машин, автоматизацию, механизацию технологических процессов, ввод в строй автоматических линий.

Однако нужно иметь в виду, что увеличение мощности, быстроходности, а следовательно, производительности машин, с одной стороны, улучшает ее технико-экономические показатели, с другой – повышает динамические нагрузки в деталях и узлах, что требует применения более современных механизмов и передач, высококачественных материалов, деталей, изготовленных с высокой точностью.

При изучении темы «Основные критерии работоспособности и расчета деталей машин» необходимо ознакомиться с принципиальными основами расчета деталей машин на прочность, жесткость, устойчивость, износостойкость и теплостойкость.

С учетом одного или нескольких из перечисленных критериев и ведется расчет, цель которого – определение основных размеров деталей машин. При этом расчеты нужно увязать с экономическими требованиями, так как детали машин должны быть работоспособными в течение заданного срока службы при минимально необходимой стоимости их изготовления и эксплуатации.

Первоначальная стоимость машины зависит, прежде всего, от стоимости материалов ее частей, стоимости изготовления этих частей и их массы. Поэтому необходимо хорошо знать все материалы, применяемые в машиностроении, их марки и механические свойства, области применения, все способы обработок (механической, химической, термической, химико-термической), а также способы поверхностного упрочнения деталей. Нужно обратить внимание на применение заменителей цветных металлов и других дефицитных материалов, на внедрение пластмассовых изделий и экономичных профилей изделий.

В теме «Выбор допускаемых напряжений и запасов прочности в машиностроении» следует изучить факторы, от которых зависят допускаемые напряжения и запасы прочности, и существующие методы их выбора.

В современных расчетах деталей машин необходимо учитывать фактор времени и переменности режима работы машины.

При ознакомлении с технологическими требованиями к деталям машин необходимо выяснить, что представляет собой технологичность деталей машин и какими способами она достигается.

Следует помнить, что на снижение себестоимости изготавливаемых машин большое влияние оказывает технологичность конструкций. Современное машиностроение развивается на базе применения самой совершенной технологии изготовления деталей, широкого внедрения сварных деталей и конструкций, повышения класса точности изготовления деталей, их взаимозаменяемости и стандартизации, применения поточной сборки и автоматизированного контроля.

При усвоении темы «Надежность и долговечность деталей машин» следует обратить особое внимание на основные направления повышения надежности и долговечности деталей машин: снижение динамической напряженности; создание оптимальных форм деталей машин; уменьшение концентрации напряжений; наклеп, химико-термическая и термическая обработка деталей машин и другие виды их упрочнения; повышение износостойкости деталей машин путем поверхностной закалки, нанесения покрытий, наплавки и применения износостойких материалов и высокоэффективных смазок.

ПРОГРАММА КУРСА

3.1. Основные положения. Цель и задачи раздела «Детали машин». Механизм и машина. Классификация машин в зависимости от их назначения. Детали и сборочные единицы машин, их классификация.

Критерии работоспособности машин. Прочность: общая, контактная. Контактные напряжения и деформации. Контакт сферических тел и цилиндров без внешней нагрузки и с внешней нагрузкой. Форма площадок контакта. Формула Герца для определения контактных напряжений на площадке контакта цилиндров; анализ формулы. Жесткость. Износостойкость. Виброустойчивость. Теплостойкость. Сохраняемость.

Основные понятия о надежности и долговечности машин и их деталей. Требования, предъявляемые к машинам, сборочным единицам и их деталям. Стандартизация. Унификация. Ремонтопригодность. Взаимозаменяемость.

3.2. Материалы, применяемые для изготовления деталей машин (с указанием областей применения). Стали (обыкновенные, конструкционные, легированные). Чугуны. Сплавы на основе меди (бронзы, латуни). Антифрикционные материалы. Неметаллические материалы. Композиционные материалы

3.3. Общие сведения о передачах. Вращательное движение, его достоинство и роль в механизмах и машинах. Классификация передач по принципу действия и передачи движения от ведущего звена к ведомому. Основные кинематические и силовые соотношения в передачах.

3.4. Зубчатые передачи. Общие сведения: принцип действия, устройство, достоинства и недостатки, область применения. Классификация зубчатых передач.

Основы теории зубчатого зацепления (основная теорема зацепления, эвольвента окружности). Образование эвольвентного зацепления. Зацепление двух эвольвентных колес; основные элементы и характеристики зацепления, скольжение при взаимодействии зубьев. Зацепление эвольвентного зубчатого колеса с рейкой. Делительная окружность. Исходный контур зубчатой рейки. Краткие сведения об изготовлении зубчатых колес. Точность изготовления. Подрезание зубьев. Основные понятия о зубчатых колесах со смещением. Виды разрушения зубьев и основные критерии работоспособности и расчета зубчатых передач. Материалы зубчатых колес и допускаемые напряжения.

Прямозубые цилиндрические передачи. Основные геометрические соотношения. Силы, действующие в зацеплении. Расчет на контактную прочность и изгиб, исходные положения для расчета, расчетная нагрузка,

вывод формулы проверочного и проектировочного расчетов. Выбор основных параметров и расчетных коэффициентов.

Косозубые цилиндрические передачи. Основные геометрические соотношения. Силы, действующие в зацеплении. Особенности расчета косозубых передач на контактную прочность и изгиб. Выбор основных параметров и расчетных коэффициентов.

Конические прямозубые передачи и конические передачи с круговым зубом. Основные геометрические соотношения. Силы, действующие в зацеплении. Расчет конической передачи – прямозубой, с круговыми зубьями. Выбор основных параметров и расчетных коэффициентов.

3.5. Червячные передачи. Общие сведения о червячных передачах: принцип работы, устройство, достоинства и недостатки, область применения. Классификация.

Червячная передача с цилиндрическим архимедовым червяком. Нарезание червяков и червячных колес. Основные геометрические соотношения. Понятие о червячных передачах со смещением. Скорость скольжения в червячной передаче. Передаточное число и КПД червячной передачи. Силы, действующие в зацеплении. Виды разрушения зубьев червячных колес. Материалы звеньев червячной пары. Допускаемые напряжения для материалов червячных колес. Расчет передачи на контактную прочность и зубьев колеса на изгиб. Формулы проверочного и проектировочного расчетов. Выбор основных параметров и расчетных коэффициентов. Тепловой расчет червячной передачи.

3.6. Цепные передачи. Общие сведения о цепных передачах: принцип работы, устройство, достоинства и недостатки, область применения. Детали цепных передач и смазка цепи (приводные цепи, звездочки и натяжные устройства). Основные геометрические соотношения в

передаче. Передаточное число. Силы, действующие в цепной передаче. Проектировочный и проверочный расчеты цепной передачи. Выбор основных параметров и расчетных коэффициентов.

3.7. Ременные передачи. Общие сведения о ременных передачах: принцип работы, устройство, достоинства и недостатки, область применения. Детали ременных передач: приводные ремни, шкивы, натяжные устройства. Сравнительная характеристика передач с плоскими, клиновыми, поликлиновыми и зубчатыми ремнями. Основные геометрические соотношения в передачах. Силы и напряжения в ветвях ремня. Сила, действующая на валы и подшипники. Скольжение ремня на шкивах. Передаточное число. Расчет ременных передач по тяговой способности. Выбор основных параметров и расчетных коэффициентов.

3.8. Валы и оси. Подшипники Валы и оси, их назначение и классификация. Элементы конструкции (цапфы, посадочные поверхности, переходные участки). Материалы валов и осей. Ориентировочный, проверочный и уточненный расчеты валов. Конструктивные и технологические способы повышения сопротивления усталости.

Подшипники скольжения: конструкции, достоинства и недостатки, область применения, материалы и смазки. Виды разрушения и основные критерии работоспособности. Подшипники скольжения без смазки.

Подшипники качения: устройство и сравнение с подшипниками скольжения. Классификация, условные обозначения и основные типы. Особенности работы радиально - упорных шарико — и роликоподшипников. Критерии выбора и проверки пригодности подшипников качения (динамическая грузоподъемность и

долговечность). Смазка и уплотнения. Маслоуказатели. Краткие сведения о конструировании опор валов.

3.9. Муфты Муфты, их назначение и классификация. Методика подбора стандартных и нормализованных муфт.

3.10. Соединения деталей машин Назначения соединений. Общие требования к соединениям. Неразъемные и разъемные соединения.

Общие сведения о сварных соединениях. Достоинства, недостатки и области применения. Виды сварных соединений, основные типы сварных швов.

Шпоночные соединения. Назначение, достоинства и недостатки. Основные типы стандартных шпонок и их сравнительная характеристика. Проверочный расчет соединений призматическими и сегментными шпонками. Материал и допускаемые напряжения.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов М.Н. Детали машин. - М.: Высш. шк., 1991.
2. Гузенков П.П. Детали машин: учебник для вузов. - М.: Высш. шк., 1986.
3. Устюгов И.И. Детали машин. - М.: Высш. шк., 1981.
4. Шейнблит А.Е. Курсовое проектирование деталей машин. - М.: Высш. шк., 2003 (1986). – 432 с.
5. Чернавский С.А. и др. Курсовое проектирование деталей машин. - М.: Машиностроение, 1987.
6. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя. В 3 т. - М.: Машиностроение, 1978.
7. Киселев Б.Р. Проектирование приводов машин химического производства: учеб. пособие/ Б.Р.Киселев; Иван. гос. хим.-технол. ун-т.-Иваново, 2007 (1997). – 180с.

8. Киселев Б.Р. Курсовое проектирование по механике: учеб. пособие/ Б.Р.Киселев; Иван. гос. хим.-технол. ун-т.-Иваново, 2003 – 208с.
9. Чернилевский Д.В. Основы проектирования машин: учеб. пособие для вузов. - М.: 1998 – 472 с.
10. Дунаев В.П., Леликов О. П. Конструирование узлов и деталей машин: учеб пособие для вузов. - М.: Высш. шк., 1985 – 416 с.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

К разделу 3.1 и 3.2

1. Что представляют собой основные критерии работоспособности деталей машин и каково их значение?
2. В чем сущность расчетов деталей машин на прочность, жесткость, устойчивость, износостойкость, виброустойчивость и теплостойкость?
3. В зависимости от каких факторов определяются допускаемые напряжения и запас прочности в машиностроении?
4. Что такое стандартизация? Какое значение она имеет в машиностроении?
5. Что нормализовано ГОСТами в машиностроении?
6. Какие машиностроительные материалы являются основными?
7. На какие основные виды подразделяются стали и чугуны и для каких деталей машин они применяются?
8. Какие виды сплавов цветных металлов применяются в машиностроении и для каких деталей машин они предназначаются?
9. Какие различают виды термической и химико-термической обработки металлов и их сплавов?
10. Какими способами достигается механическое упрочнение металлических деталей машин?
11. Что представляют собой пластмассы и какими основными свойствами они обладают?

12. Какие основные группы пластмасс применяют в машиностроении и для каких деталей?
13. Для каких деталей машин применяется дерево, резина, кожа и графит?
14. Как следует понимать выражение «взаимозаменяемость деталей»?
15. Какое техническое и экономическое значение имеет технологичность машин, их узлов и деталей? От чего она зависит? Каким образом достигается?
16. Какими путями достигается снижение стоимости машин при их проектировании и изготовлении?
17. Какими способами достигается экономичность машины при ее эксплуатации?
18. Каковы основные направления повышения надежности и долговечности деталей машин?

К разделу 3.3 и 3.4

1. Каково значение передач и виды их применения в машинах?
2. Какие различают виды зубчатых передач и где они применяются?
3. Каковы основные достоинства зубчатых передач по сравнению с другими передачами?
4. Почему эвольвентное зацепление имеет преимущественное применение?
5. Какие различают виды зубьев и где они применяются?
6. Что такое модуль зацепления и расчетный модуль зубьев? Какие модули различают для косых, шевронных и криволинейных зубьев?
7. Как определяются начальный и делительный диаметры зубчатого колеса?
8. Как вычисляют диаметры вершин и впадин зубьев?
9. По какому модулю определяют делительные диаметры зубчатых колес с косыми, шевронными и криволинейными зубьями?

10. Какое минимальное число зубьев допускается для колес различных видов передач?
11. Какое максимальное передаточное число допускается для одной пары различных видов зубчатых передач?
12. Какие потери имеются в зубчатой передаче и чему равен ее коэффициент полезного действия (КПД)?
13. Как определяются силы давления на валы со стороны колес в различных видах зубчатых передач?
14. Из какого материала изготавливают зубчатые колеса и их зубья?
15. Какие виды термической и химико-термической обработки зубьев применяют для их упрочнения?
16. Какие степени точности изготовления зубчатых передач имеют преимущественное распространение и какие из них применяют в передачах общего машиностроения?
17. По каким причинам зубчатые передачи выходят из строя и соответственно по каким напряжениям производится расчет их зубьев на прочность?
18. Как производится расчет зубьев на изгиб, на контактную прочность?
19. По какому модулю зацепления производится расчет на прочность зубьев конических зубчатых колес?
20. По какому зубчатому колесу производится расчет зубьев на контактную прочность и по какому – на изгиб?
21. Что такое зубчатый редуктор?
22. Какие различают виды зубчатых редукторов по числу пар передачи, по форме колес, по форме зубьев и по расположению валов?
23. Как осуществляется смазка зубчатых колес?

К разделу 3.5

1. Какие различают виды червячных передач?
2. Как устроены и как работают червячные передачи?
3. Чем вызвано широкое распространение червячных передач с архимедовым червяком и какие еще профили червяков применяются?

4. Назовите достоинства и недостатки червячных передач по сравнению с зубчатыми?
5. Укажите области применения червячных цилиндрических и глобоидных передач?
6. Какая существует зависимость между передаточным числом, числом заходов червяка и числом зубьев червячного колеса?
7. Из каких материалов изготавливают червяки и червячные колеса?
8. Укажите причины выхода из строя червячных передач и критерии их работоспособности?
9. Как определяется КПД червячной передачи и при каких условиях получается ее самоторможение?
10. Назовите основные факторы, влияющие на величину КПД. Укажите случаи при которых КПД достигает максимальной величины?
11. Как производится расчет зубьев колес червячных цилиндрических передач на контактную прочность на изгиб?
12. Какие силы действуют в червячной передаче и как определяется их величина?
13. Назовите существующие способы охлаждения червячных передач. Методика теплового расчета?
14. Как осуществляется смазка червячных передач? Чем контролируется уровень масла в редукторах?
15. Перечислите наиболее употребительные конструкции червячных редукторов с различными схемами исполнения?

К разделам 3.6 и 3.7

1. Каковы достоинства и недостатки цепных передач и область их применения?
2. Какие различают виды приводных цепей и какие из них нормализованы ГОСТами?
3. Какие потери мощности имеются в цепной передаче и чему равен ее КПД?

4. Каким образом определяют размеры приводных цепей и как находят диаметры и числа зубьев звездочек?
5. Из какого материала изготавливают звездочки на приводные цепи?
6. Укажите причины, по которым цепные передачи выходят из строя?
7. Изложите методику расчета приводных цепей на прочность и долговечность?
8. Чем вызываются динамические нагрузки в цепных передачах и как определяется их величина?
9. Как определяется сила давления на вал со стороны звездочки цепной передачи?
10. В чем преимущество зубчатой цепи по сравнению с втулочной и роликовой?
11. Укажите виды смазки цепных передач и условия их применения?
12. Какие различают виды ремней по форме поперечного сечения их?
13. Из каких материалов изготавливают плоские и клиновые ремни?
14. Какие плоские и клиновые ремни нормализованы ГОСТами?
15. Каковы достоинства и недостатки отдельных типов ремней?
16. Где применяют прорезиненные, кожаные, хлопчатобумажные, шерстяные и нейлоновые ремни?
17. Какие различают виды ременных передач и где они применяются?
18. Каковы достоинства и недостатки ременной передачи по сравнению с другими передачами?
19. Как определяется передаточное число ременной передачи с учетом проскальзывания ремня?
20. Как определяют силы натяжений ветвей ремня?
21. Как определяется сила давления на вал со стороны шкива, между ремнем и натяжным роликом?

22. От чего зависит коэффициент трения между ремнем и шкивом?
23. Как влияют на величину окружного усилия коэффициент трения, угол обхвата и скорость ремня?
24. Какие потери мощности имеют место в ременной передаче и чему равен ее КПД?
25. Как рассчитывают плоские и клиновые ремни по тяговой способности их?
26. Как рассчитывают ремни на долговечность?
27. Какова методика расчета плоскоременной и клиноременной передач?
28. Из каких материалов изготавливают шкивы?
29. Для чего у некоторых шкивов плоскоременных передач обод делают выпуклым?
30. Какого поперечного сечения выполняют спицы чугунных и сварных шкивов? Как рассчитываются спицы шкивов?

К разделу 3.8

1. Как устроены оси и валы, для чего они предназначены и из каких материалов они изготавливаются?
2. Какова разница между осью и валом?
3. Укажите факторы, влияющие на выбор величины допускаемого напряжения на изгиб?
4. Какие различают виды валов?
5. Что называется шипом, шейкой и пятой?
6. Какие различают по конструкции шипы, шейки и пяты и где применяют различные виды их?
7. Как рассчитывают оси и валы на прочность?
8. В каких случаях можно рассчитывать валы только на кручение?
9. Как рассчитывают оси и валы на жесткость, на выносливость?
10. Из каких деталей состоят подшипники качения?
11. Из каких материалов изготавливают шарики, ролики, кольца и сепараторы подшипников качения?

12. Каковы достоинства и недостатки подшипников качения по сравнению с подшипниками скольжения?
13. Какие различают виды подшипников качения по форме тел качения и по направлению воспринимаемой ими нагрузки?
14. Что представляют собой стандартные размеры серии подшипников качения?
15. Какие различают серии подшипников качения и когда они применяются?
16. Какие различают основные виды шариковых и роликовых подшипников по конструкции и где они применяются?
17. Каковы особенности конструкции и работы игольчатых подшипников, где они применяются?
18. Каковы достоинства и недостатки шарикоподшипников по сравнению с роликоподшипниками?
19. Для чего применяется смазка в подшипниках качения и как она осуществляется?
20. Какие виды уплотняющих устройств применяют в подшипниках качения и где именно?
21. Как рассчитывают подшипники качения на долговечность по динамической грузоподъемности и как они подбираются по ГОСТу?
22. Как определяется динамическая грузоподъемность подшипников качения?
23. Как определяется эквивалентная динамическая нагрузка подшипников качения?
24. Чем ограничиваются предельные скорости вращения подшипников?
25. Как производится монтаж и демонтаж подшипников качения?
26. Где применяют подшипники качения, отдельные детали которых изготавливают из пластмасс?
27. В каких областях машиностроения применяют подшипники скольжения? Каким основным требованиям они должны удовлетворять?

28. Какие различают виды трения в подшипниках скольжения и чем они отличаются между собой?
29. Почему при жидкостном трении режим работы подшипника скольжения является самым благоприятным?
30. Какие различают подшипники скольжения в зависимости от направления воспринимаемой ими нагрузки?
31. Для чего предназначены вкладыши?
32. Какова особенность конструкции подшипников с самоустанавливающимися вкладышами?
33. Из каких материалов изготавливают корпус и вкладыши подшипников скольжения?
34. Какие смазочные материалы применяют в подшипниках скольжения?
35. Что такое вязкость и маслянистость масла?
36. Как рассчитывают подшипники скольжения, работающие в условиях полусухого или полужидкостного трения, жидкостного трения?

К разделу 3.9

1. Какие различают классы, группы, подгруппы и виды муфт по принципу их действия?
2. На какие виды подразделяются неразъемные муфты?
3. Как устроены втулочная и фланцевая (поперечно-свертная) муфты? Где они применяются и как производится их проверочный расчет на прочность?
4. Как устроена и работает зубчатая муфта и как она подбирается по ГОСТу?
5. Как устроены крестовые муфты – кулачково-дисковая и с плавающим вкладышем, где они применяются?
6. Какие различают типы шарнирных муфт? Какие из них нормализованы ГОСТом? Как они устроены, как работают и как определяются их размеры?
7. Какие различают виды упругих муфт? Где они применяются и какие из них нормализованы ГОСТом?

8. Какие различают виды фрикционных муфт? Как они устроены и как работают?
9. Как рассчитывают дисковые, конусные и многодисковые фрикционные муфты?
10. Как устроены, где применяются и как рассчитываются предохранительные муфты, обгонные муфты?
11. Укажите принцип работы и области применения гидравлических и электромагнитных муфт?

К разделу 3.10

1. Какие различают заклепки по назначению и по форме их головок? Из какого материала они изготавливаются?
2. Какие заклепочные швы различают по назначению и по конструкции?
3. Что называется сварным швом?
4. Какие виды сварки получили распространение в промышленности?
5. Какие преимущества имеют сварные конструкции по сравнению с клепаными, литыми и коваными?
6. Где применяются клеевые соединения?
7. Как ведется подготовка поверхностей деталей к склеиванию и процесс клейки?
8. Где применяются паяные соединения?
9. Как ведется подготовка поверхностей деталей к пайке?
10. Укажите основные виды припоев и их применение для пайки конструкций?
11. Каково назначение, области применения шпонок и какие их типы различают по ГОСТам?
12. Как определяют размеры шпонок?
13. Как рассчитывают призматические и сегментные шпонки, клиновые врезные шпонки?
14. Что такое зубчатые (шлицевые) соединения и какими преимуществами они обладают по сравнению со шпоночными?
15. Укажите виды зубчатых (шлицевых) соединений и область их применения?

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

ЗАДАНИЕ 1 КИНЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРИВОДА

Необходимо изобразить кинематическую схему привода из элементов, указанных (последовательно) в задании, выбрать электродвигатель, определить передаточное отношение привода, разбить его по ступеням и рассчитать мощность, частоту вращения, крутящий момент и угловую скорость всех валов привода.

По дополнительному указанию преподавателя необходимо выбрать стандартный редуктор с помощью варьирования передаточных отношений редуктора и открытой передачи.

- 1.1. Привод к ленточному конвейеру из электродвигателя, открытой клиноременной передачи, одноступенчатого цилиндрического редуктора и муфты.
Данные к расчету взять из таблицы .

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
$N_{p.v.}$ кВт	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
$n_{p.v.}$ об/мин	60	66	70	75	80
n_c , об/мин	1000	1000	1000	1000	1500

16. Какие различают типы резьбы по назначению и по геометрической форме и какие из них являются стандартными?
17. Какие существуют виды резьбы по числу заходов ее и по направлению наклона витков и где они применяются?
18. Почему для болтов применяется треугольная резьба?
19. Какие различают болты и винты по форме головок и какие из них нормализованы ГОСТами?
20. Какие различают болты, винты и шпильки по назначению и по конструкции?
21. Какие гайки, шайбы и гаечные замки различают по конструкции и какие из них нормализованы ГОСТом?
22. Из какого материала выполняют болты, винты, шпильки, гайки, шайбы и гаечные замки?
23. Когда применяют шпильки и винты вместо болтов?