

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА «ДЕТАЛИ МАШИН И ПТУ»

Задания на курсовое проектирование по дисциплинам

«Детали машин и основы конструирования», «Механика»,
«Прикладная механика»
Методические указания

РПК
"Политехник"
Волгоград
2006

Задания на курсовое проектирование по дисциплинам «Детали машин и основы конструирования», «Механика», «Прикладная механика»: метод. указ./ сост. : М. М. Матлин, С. Ю. Кислов, Э. Ф. Крейчи, А. А. Тетюшев, И. М. Шандыбина, С. Л. Лебский; Волгоград. гос. техн. ун-т.– Волгоград, 2006. – 23с.

Содержат задания на курсовой проект для студентов механических и немеханических специальностей, а также темы заданий с элементами исследований. Приводятся тематика и указания об объёме проекта, последовательность проектирования, требования по оформлению графической части, а также примерный перечень вопросов, выносимый на защиту курсового проекта.

Предназначены для студентов, выполняющих курсовой проект по дисциплинам «Детали машин и основы конструирования»; «Механика»; «Прикладная механика».

Ил. 3. Табл.5. Библиогр.: 19 назв.

Рецензент О. Д. Косов

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Волгоградского государственного технического университета

© Волгоградский
государственный
технический
университет, 2006.

1. Назначение проекта

1.1. Целью курсового проектирования по деталям машин является развитие технической мысли студента, закрепление, углубление и обобщение знаний, полученных по курсу «Детали машин и основы конструирования», «Механика», «Прикладная механика».

При выполнении проекта студент приобретает навыки расчёта, проектирования и конструирования приводов с редукторами общего назначения. Курсовой проект по деталям машин – первая самостоятельная конструкторская работа студента, базирующаяся на предметах, изученных ранее: техническом черчении, сопротивлении материалов, материаловедении, теоретической механике, теории механизмов и машин и других. Курсовое проектирование должно научить студента критически оценивать выполненный проект путем сопоставления его с существующими конструкциями, использовать опыт проектирования, накопленный в машиностроении и отраженный в учебной и справочной литературе, ГОСТах, нормах и рекомендациях. Всё это способствует развитию творческих способностей у студентов, готовит их к выполнению курсовых проектов по специальным дисциплинам, выпускной работы бакалавра, дипломного проекта и решению конкретных инженерных задач. При конструировании должны максимально использоваться нормализованные и стандартизованные детали и изделия массового производства.

1.2. Темой курсового проекта является механическое приводное устройство с редуктором. Схема привода и тип редуктора выбираются в зависимости от специальности, номера задания и номера варианта. Для механических специальностей предусмотрен расчет и проектирование двухступенчатых редукторов, а для немеханических – одноступенчатых.

1.3. Кроме типовых заданий предусмотрены темы курсовых проектов с элементами исследования, включающие приводы с редукторами волновыми, планетарными, с зацеплением Новикова. По желанию студентов образуется творческая группа из 2-3 человек, которая по одинаковым параметрам проектирует специальный редуктор и редуктор общего назначения со сравнительным анализом габаритов, сложности изготовления и стоимости. По полученным результатам оформляется доклад с изложением его на студенческой конференции.

1.4. Для типовых заданий номер задания соответствует предпоследней цифре, а номер варианта задания последней цифре номера зачётной книжки (см. табл. 2 или табл. 4).

1.5. Выбор варианта схем. Если сумма букв фамилии студента четная, то вариант схемы «а», если сумма букв фамилии нечетная, то вариант схема «б».

1.6. Параметры привода для заданий с элементами исследования задаются руководителем проекта.

1.7. В проект по заданию преподавателя могут быть включены специальные вопросы (использование авторских свидетельств и патентов, проектирование сварного корпуса редуктора и т.п.)

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ ПО ДЕТАЛЯМ МАШИН ДЛЯ СТУДЕНТОВ МЕХАНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

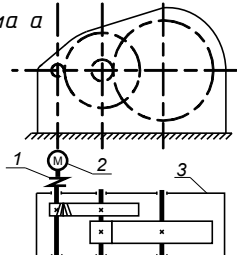
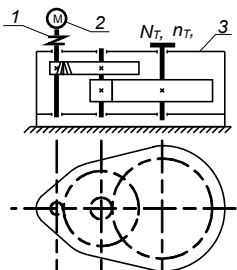
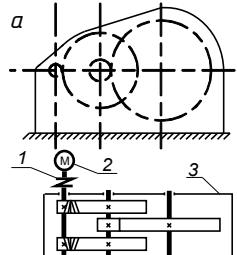
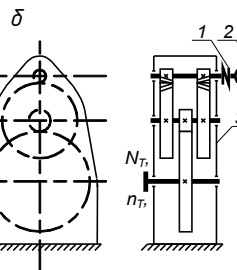
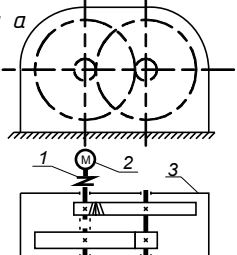
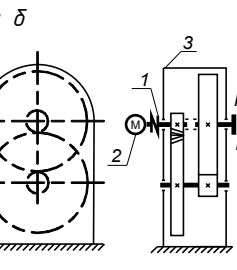
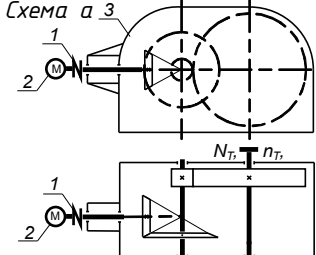
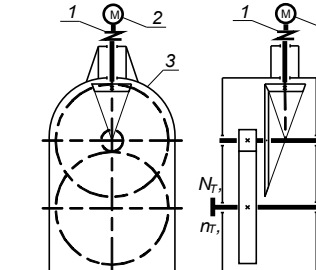
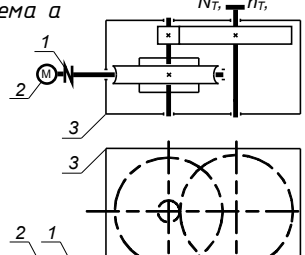
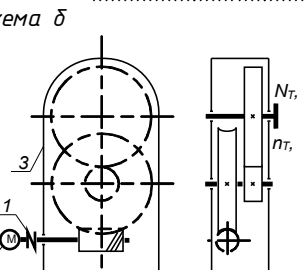
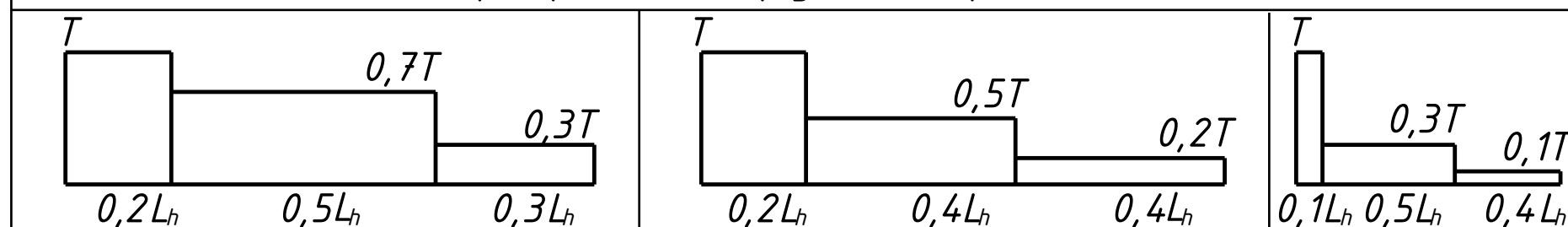
Схема 1	Схема 2	Схема 3	Схема 4	Схема 5
Схема а  Схема б  Привод с 2-ступенчатым рядным цилиндрическим редуктором	Схема а  Схема б  Привод с 2-ступенчатым цилиндрическим редуктором с раздвоенной быстрой ступенью	Схема а  Схема б  Привод с 2-ступенчатым соосным-цилиндрическим редуктором	Схема а 3  Схема б  Привод с 2-ступенчатым коническо-цилиндрическим редуктором	Схема а  Схема б  Привод с 2-ступенчатым червячно-цилиндрическим редуктором

График загрузки привода



Примечание: 1 – электродвигатель; 2 – муфта; 3 – редуктор.

Таблица 2

 L_h - заданная долговечность редуктора, час. $\bar{b}$ – сумма букв фамилии нечетная

Исходные параметры проектируемого привода											
Обознач. Параметра	последняя цифра номера зачетной книжки										Предпоследняя цифра з/книжки.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
	Схема 1		Схема 2		Схема 3		Схема 4		Схема 5		
P ₃ , кВт	8,9	2,6	6,7	11,5	3,5	4,3	6,7	2,6	2,2	4	1
n ₃ , мин ⁻¹	50	50	60	75	40	95	80	50	60	30	
L _h , час	25000	12500	32000	20000	16000	8000	10000	20000	4000	8000	
P ₃ , кВт	6,7	4,9	2,6	3,8	11,5	3,5	4,9	4,4	3,0	5,6	2
n ₃ , мин ⁻¹	50	90	45	70	90	70	100	50	35	75	
L _h , час	10000	20000	16000	8000	32000	5000	25000	12500	12500	6300	
P ₃ , кВт	3,5	8,9	4,0	2,6	11,5	4,9	6,7	4,4	4,0	7,5	3
n ₃ , мин ⁻¹	70	75	50	45	80	50	80	55	45	30	
L _h , час	16000	8000	32000	5000	6300	125000	5000	10000	5000	10000	
P ₃ , кВт	4,9	2,7	3,5	11,5	2,6	8,9	6,7	2,6	5,6	9,5	4
n ₃ , мин ⁻¹	70	45	45	90	40	60	70	75	30	15	
L _h , час	10000	5000	6300	12500	32000	16000	12500	6300	16000	8000	
P ₃ , кВт	2,8	8,9	11,5	3,5	4,9	2,6	3,2	8,9	3,0	3,8	5
n ₃ , мин ⁻¹	50	90	80	40	80	75	75	70	35	75	
L _h , час	6300	12500	32000	16000	20000	10000	16000	32000	6300	12500	
P ₃ , кВт	3,5	11,5	8,9	6,7	2,6	4,9	3,5	3,5	4,0	4,2	6
n ₃ , мин ⁻¹	50	60	75	110	50	90	45	60	25	40	
L _h , час	32000	16000	20000	10000	12500	25000	20000	10000	8000	4000	
P ₃ , кВт	4,9	2,5	2,6	4,9	6,7	3,5	4,9	2,6	5,6	3,0	7
n ₃ , мин ⁻¹	70	65	45	90	90	95	60	50	45	35	
L _h , час	20000	10000	12500	25000	8000	4000	8000	16000	10000	5000	
P ₃ , кВт	2,6	4,9	3,5	11,5	3,2	8,9	2,6	11,5	7,5	4,0	8
n ₃ , мин ⁻¹	55	40	45	60	70	40	50	90	75	20	
L _h , час	12500	25000	8000	4000	6300	12500	32000	5000	8000	16000	
P ₃ , кВт	6,7	3	11,5	4,9	8,9	2,6	4,9	2,8	9,5	5,6	9
n ₃ , мин ⁻¹	50	55	60	95	60	55	50	60	15	60	
L _h , час	8000	4000	6300	12500	16000	32000	12500	25000	4000	8000	
P ₃ , кВт	2,8	11,5	2,6	3,5	4,9	6,7	3,8	4,9	2,7	3,0	0
n ₃ , мин ⁻¹	40	80	60	80	95	70	65	60	90	25	
L _h , час	5000	10000	25000	12500	32000	20000	16000	8000	10000	5000	
N ₃ – мощность на тихоходном валу, кВт; n ₃ – частота вращения тихоходного вала, об/мин; L _h - заданная долговечность редуктора, час.							Выбор схемы: а – сумма букв фамилии четная; б – сумма букв фамилии нечетная				

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ ПО ДЕТАЛЯМ МАШИН ДЛЯ СТУДЕНТОВ НЕМЕХАНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Схема 1	Схема 2	Схема 3	Схема 4	Схема 5
Схема а Схема б Привод с 1-ступенчатым цилиндрическим редуктором с прямозубыми колесами	Схема а Схема б Привод с 1-ступенчатым цилиндрическим редуктором с прямозубыми колесами	Схема а Схема б Привод с 1-ступенчатым коническим редуктором	Схема а Схема б Привод с 1-ступенчатым червячным редуктором	Схема а Схема б Привод с 1-ступенчатым червячным редуктором

Загрузка приводов по времени постоянная

Примечание:

1 – электродвигатель;
2 – муфта;
3 – редуктор.

Исходные параметры проектируемого привода

Обознач. Параметра	последняя цифра номера зачетной книжки										Предпоследняя цифра з/книжки.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
	Схема 1		Схема 2		Схема 3		Схема 4		Схема 5		
P ₂ , кВт	3,7	7	5,2	20	3,7	1,4	1,7	4,3	2,4	6,0	1
n ₂ , мин ⁻¹	280	230	300	115	145	240	18	55	23	70	
L _h , час	25000	12500	32000	20000	16000	8000	10000	20000	4000	8000	
P ₂ , кВт	2	5,2	3,7	7,0	2,8	7,0	6,3	1,2	0,9	3,2	2
n ₂ , мин ⁻¹	280	150	310	220	240	290	35	96	34	45	
L _h , час	16000	8000	32000	5000	6300	12500	5000	10000	12500	6300	
P ₂ , кВт	7	1,4	2,8	1,4	1	3,7	2,4	3,2	1,7	4,3	3
n ₂ , мин ⁻¹	300	220	115	240	700	450	22	60	28	76	
L _h , час	10000	20000	16000	8000	32000	5000	25000	12500	5000	10000	
P ₂ , кВт	2,8	3,7	7	3,7	5,2	1,4	6	1,7	4,3	1,2	4
n ₂ , мин ⁻¹	350	230	190	280	190	150	145	38	37	48	
L _h , час	6300	12500	32000	16000	20000	10000	6300	4000	8000	12500	
P ₂ , кВт	1,0	2,0	1,4	5,2	2,8	3,7	3,2	0,9	2,4	1,7	5
n ₂ , мин ⁻¹	230	450	220	190	145	360	90	24	115	30	
L _h , час	5000	10000	6300	12500	32000	16000	8000	16000	12500	6300	
P ₂ , кВт	1,4	5,2	3,7	7,0	1,0	2,8	1,2	2,4	0,9	1,7	6
n ₂ , мин ⁻¹	220	300	310	115	170	360	55	15	70	39	
L _h , час	20000	8000	32000	16000	12500	6300	4000	8000	5000	10000	
P ₂ , кВт	3,7	1,0	5,2	1,4	2,0	7,0	4,3	6	3,2	0,9	7
n ₂ , мин ⁻¹	240	180	180	240	120	290	35	96	45	12	
L _h , час	32000	6300	8000	10000	16000	8000	10000	5000	6300	12500	
P ₂ , кВт	2	7,0	1,0	2,0	1,4	5,2	1,7	3,2	1,2	4,3	8
n ₂ , мин ⁻¹	300	150	450	230	240	450	22	48	68	76	
L _h , час	12500	25000	16000	32000	8000	16000	5000	12500	1000	8000	
P ₂ , кВт	5,2	1,4	2,8	3,7	7,0	1,0	4,3	0,9	6	2,4	9
n ₂ , мин ⁻¹	230	280	190	350	290	475	17	60	72	28	
L _h , час	20000	8000	10000	20000	12500	25000	8000	16000	12500	6300	
P ₂ , кВт	1,4	2,8	2,0	3,7	2,8	5,2	0,9	2,4	1,2	3,2	0
n ₂ , мин ⁻¹	450	115	350	180	360	190	29	90	36	115	
L _h , час	5000	10000	25000	12500	32000	20000	16000	8000	10000	5000	
N ₂ – мощность на тихоходном валу, кВт; n ₂ – частота вращения тихоходного вала, об/мин;							Выбор схемы: a – сумма букв фамилии четная;				

2. Объем и содержание проекта

2.1. Курсовой проект состоит 5 из расчетной и графической частей. Объем проекта зависит от специальности и определяется в зависимости от количества часов, отведенных учебным планом для его выполнения.

2.2. Расчетная часть оформляется в виде расчетно-пояснительной записки объемом 25-40 страниц, состоящей из основных разделов: кинематического расчёта привода, выбора электродвигателя, проектных и проверочных расчетов деталей и узлов редуктора, теплового расчета (для червячных редукторов), подбора муфты.

2.3. Графическая часть выполняется на листах формата А1.

2.4. Для механических специальностей графическая часть выполняется на 4-х – 5-ти листах и содержит:

- 1). Сборочный чертёж редуктора – 1 лист;
- 2). Рабочий чертёж корпусной детали редуктора – 1 лист;
- 3). Рабочие чертежи деталей редуктора (элементы зацепления, валы, крышки подшипниковых узлов) – 1 -2 листа.
- 4). Чертёж общего вида привода – 1 лист;

2.5. Для немеханических специальностей графическая часть выполняется на 2-х листах и содержит:

- 1). Чертёж общего вида редуктора – 1 лист;
- 2). Рабочие чертежи деталей редуктора (элементы зацепления, валы, крышки подшипниковых узлов) – 1 лист.

2.6. При выполнении курсового проекта с элементами исследования графическая часть выполняется на 2-х листах и содержит:

- 1). Чертёж общего вида специального редуктора – 1 лист;
- 2). Чертёж общего вида редуктора общего назначения – 1 лист.

3. Требования к оформлению и содержанию расчетно-пояснительной записки

3.1. Расчётно-пояснительная записка окончательно оформляется в конце работы над курсовым проектом на основе черновых записей и расчетов, произведенных в процессе проектирования и должна содержать подробные расчеты всех элементов редуктора.

3.2. Расчетные схемы, эскизы, рисунки по всем расчётам вычерчиваются карандашом в произвольном масштабе на отдельных листах формата А4.

3.3. Записка должна иметь переплет.

3.4. Расчетно-пояснительная записка должна содержать следующие разделы:

Техническое задание на курсовой проект.

Введение.

3.4.1. Кинематический расчет.

3.4.1.1. Выбор электродвигателя.

3.4.1.2. Разбивка общего передаточного отношения редуктора по ступеням.

3.4.1.3. Определение кинематических и силовых параметров для каждого вала.

3.4.2 Расчет зубчатых передач на прочность.

3.4.2.1. Выбор материала и допускаемых напряжений.

3.4.2.2. Проектный расчет конической зубчатой передачи на контактную прочность.

3.4.2.3. Расчет геометрических параметров конического зацепления.

3.4.2.4. Проверка зубьев конических прямозубых колес по контактным напряжениям.

3.4.2.5. Проверка зубьев конических прямозубых колес по напряжениям изгиба.

3.4.2.6. Проектный расчет цилиндрической зубчатой передачи на контактную прочность.

3.4.2.7. Расчет геометрических параметров цилиндрических зубчатых колес.

3.4.2.8. Проверочный расчет цилиндрической ступени на контактную прочность.

3.4.2.9. Проверка зубьев цилиндрических зубчатых колес по напряжениям изгиба.

3.4.2.10. Конструирование зубчатых колес.

3.4.3 Расчет червячной передачи

3.4.3.1. Проектный расчет червячной передачи по контактным напряжениям.

3.4.3.2. Проверочный расчет червячной передачи по контактным напряжениям.

3.4.3.3. Проверка зубьев червячного венца на изгиб.

3.4.3.4. Конструирование червячной передачи.

3.4.4. Расчет валов

3.4.4.1. Проектный расчет и конструирование валов.

3.4.4.2. Проверка валов на усталостную прочность.

3.4.5. Проверка подшипников по динамической грузоподъемности

3.4.6. Конструирование корпуса.

3.4.7. Смазка редуктора.

3.4.8. Выбор муфты.

3.4.9. Список литературы.

П.п. 3.4.2.2-3.4.2.5 и раздел 3.4.3 рассчитываются только для соответствующих схем приводов.

3.5. Расчетные формулы в записке сначала записываются в буквенном выражении с последующей постановкой цифровых значений и конечным результатом вычисления. Символы и обозначения, входящие в формулы, выписываются ниже отдельно с расшифровкой и указанием их величины и размерности. Объяснения к расчетам должны приводиться в краткой и

конкретной форме. При окончательном назначении конструктивных размеров используется нормальный ряд длин и диаметров, определяемый ГОСТами.

3.6. Параметры величин, принимаемые по ГОСТам, рекомендациям и др., должны иметь ссылки на источники.

3.7. Ссылки на литературные источники в тексте должны приводиться в квадратных скобках и соответствовать порядковому номеру прилагаемого в конце записки списка использованной литературы.

4. Требования к оформлению графической части проекта

4.1. Все чертежи должны быть оформлены в соответствии с единой системой конструкторской документации (ЕСКД).

4.2. Чертежи выполняются простым карандашом на листах формата А1 (594x841). Как правило, чертежи общих видов и деталей должны вычерчиваться в масштабе 1:1. Для крупных узлов и деталей допускается применение масштаба 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5.

4.3. На каждом листе должна быть дана основная надпись в правом нижнем углу по ГОСТ 2.104-68 (см. образец 4); в графе «обозначение документа» записывают КПДМ 40 461 806 10.9 __ (где 40 – Волгоградская область, 461 – г. Волгоград, 806 – ВолГТУ, 10.9 – кафедра «ДМ и ПТУ», последние две цифры: для общего вида – ВО, для сборочного чертежа – СБ, для детализации – номер позиции в спецификации, для штампа в спецификации – СП).

4.4. На все сборочные чертежи должна составляться спецификация на входящие в них детали.

4.5. Спецификация на сборочные чертежи выполняется на листах формата А4 (297x210).

4.6. На общем виде привода проставляются габаритные, присоединительные, посадочные, монтажные и установочные размеры. В правой нижней части листа строго над штампом располагаются техническая характеристика привода и технические требования на сборку, регулировку, смазку и испытания привода.

4.7. На сборочном чертеже редуктора проставляются габаритные, присоединительные, установочные, сборочные, расчетные и посадочные размеры. Дополнительно указывается минимальный и максимальный уровень масла.

4.8. На рабочих чертежах деталей проставляются все размеры, необходимые для изготовления этих деталей. Порядок простановки размеров должен быть технологически обоснованным. Шероховатость поверхностей обозначается согласно ГОСТу. Допуски на размеры должны быть проставлены в соответствии с требованиями стандартов. Рабочий чертеж должен содержать технические требования в форме текста и условных обозначений.

5. Защита проекта

5.1. Срок защиты назначается кафедрой. Студент является на защиту строго в указанный срок, имея при себе зачётную книжку (допускается досрочная защита проектов).

5.2. К защите допускается студент, проект которого выполнен по заданию, выданному руководителем проекта. Проект должен соответствовать всем требованиям, изложенным в настоящем методическом руководстве.

5.3. При защите студент должен продемонстрировать знание методик расчета деталей и узлов редуктора и привода, технически грамотно обосновать принятые конструктивные решения, понимание назначения отдельных деталей и всего изделия в целом; ясно представлять технологию изготовления деталей, процесса сборки и регулировки узлов редуктора в целом; уметь обосновать систему простановки размеров, выбор допусков и посадок.

5.4. Защита проекта может проводиться как в устной форме в виде собеседования с руководителем проекта, так и в письменной на основе разработанного на кафедре комплекта билетов к защите курсового проекта.

5.5. Оценка проекта проводится по рейтинговой системе.

5.6. Курсовые проекты, представляющие теоретический или практический интерес, могут быть выдвинуты для участия в конкурсе научных студенческих работ, отмечены приказом по институту, а также переданы в промышленность для использования.

6. Примерный перечень вопросов, выносимых на защиту курсового проекта

6.1. *Выбор электродвигателя и кинематический расчет привода*

- 6.1.1. Определить необходимую мощность электродвигателя, соединенного муфтой с редуктором (согласно заданной схеме), если известна $P_{\text{вых}}$.
- 6.1.2. Определить возможный диапазон частот вращения электродвигателя, соединенного муфтой с двухступенчатым редуктором (согласно заданной схеме), если известна $n_{\text{вых}}$.
- 6.1.3. Выбрать из перечня заданных электродвигателей асинхронный электродвигатель, обладающий наименьшей массой и габаритами.
- 6.1.4. Указать какой из электродвигателей обладает большим рабочим ресурсом.
- 6.1.5. Обосновать выбор асинхронных электродвигателей серии 4А для проектируемого привода.
- 6.1.6. Определить асинхронную частоту вращения электродвигателя, если задана его синхронная частота вращения n_c и величина относительного скольжения.
- 6.1.7. Определить частоты вращения промежуточного и тихоходного

- валов двухступенчатого редуктора (согласно заданной схеме), если известны ω_1 , u_p
- 6.1.8. Определить угловые скорости промежуточного и тихоходного валов, если заданы $n_1(n_2)$ и $u_p(u_T)$. ■
- 6.1.9. Определить вращающие моменты на валах редуктора (согласно заданной схеме), если известны соответствующие мощности и частоты вращения.
- 6.1.10. Определить передаточное число редуктора, если известны частоты вращения (угловые скорости) валов.

6.2. Выбор материалов и определение допускаемых напряжений

- 6.2.1. Определить базовое число циклов контактных и изгибных напряжений, если известна твердость шестерни (зубчатого колеса).
- 6.2.2. Определить эквивалентное число циклов нагружения зубьев зубчатых колес при расчете на контактную прочность (изгиб), если задан график загрузки механизма.
- 6.2.3. Определить предел контактной выносливости (или выносливости зуба на изгиб), если известна твердость материала зубчатого колеса.
- 6.2.4. Как учесть реверсивность работы цилиндрической прямозубой передачи при определении допускаемых напряжений изгиба?
- 6.2.5. Изменяются ли допускаемые контактные напряжения и допускаемые напряжения изгиба, если вместо заготовки поковка взять в качестве заготовки литье?
- 6.2.6. Определить коэффициент долговечности при изгибе (или при действии контактных напряжений):
- а) если известны эквивалентное число циклов и твердость материала зубчатого колеса;
 - б) если известны базовое и эквивалентное число циклов изменения напряжений.
- 6.2.7. Как определить допускаемые контактные напряжения для прямозубых (косозубых) цилиндрических, конических зубчатых колес?
- 6.2.8. Как определить допускаемые напряжения изгиба для зубьев прямозубых (косозубых) цилиндрических, конических зубчатых колес?
- 6.2.9. Как назначить твердость материала для зубчатого колеса цилиндрической прямозубой (косозубой) зубчатой передачи, если известен материал и его механические характеристики для шестерни?
- 6.2.10. От каких факторов зависит выбор материала венцов червячного колеса?

6.3. Проектный расчет цилиндрической (прямозубой и косозубой) передачи

- 6.3.1. Как определяются, от чего зависят и что учитывают коэффициенты нагрузки K_H , K_F ?
- 6.3.2. Определить коэффициент режима X' , если задан график загрузки.
- 6.3.3. Как определяются и от чего зависят коэффициенты ψ_{ba} , ψ_{bd} ?
- 6.3.4. Определить ψ_{ba} , если известно расположение зубчатого колеса относительно опор и задана твердость материала, из которого оно изготовлено.
- 6.3.5. Определить ширину шестерни, если известна ширина венца зубчатого колеса.
- 6.3.6. Чему равно минимальное значение модуля при $HB \leq 350$, при $HRC \geq 40$?
- 6.3.7. Как предварительно определить значение модуля, если известно межосевое расстояние и задана твердость материала, из которого изготовлено зубчатое колесо?

6.4. Проверочный расчет цилиндрической (прямозубой и косозубой) передачи на контактную и изгибную прочность

- 6.4.1. Как определяется угол наклона зубьев в косозубой передаче?
- 6.4.2. Как определяется число зубьев шестерни в косозубой цилиндрической зубчатой передаче?
- 6.4.3. Как рассчитывается коэффициент повышения прочности косозубых передач по напряжениям изгиба?
- 6.4.4. Что учитывает коэффициент Y_β при расчете на изгиб?
- 6.4.5. Что учитывает коэффициент торцового перекрытия ϵ_α при расчете на изгиб?
- 6.4.6. Как назначается степень точности зубчатой передачи при расчете на изгиб?
- 6.4.7. Как определяется коэффициент нагрузки при проверке зубчатой передачи по контактными напряжениям?
- 6.4.8. Как определяется коэффициент нагрузки при проверке зубьев цилиндрических зубчатых колес по напряжениям изгиба?
- 6.4.9. Изменится ли изгибная прочность зуба, если прямозубую цилиндрическую передачу заменить на косозубую, не меняя межосевого расстояния?
- 6.4.10. Как определить, у какого из зубчатых колес при расчете передачи на изгиб зуб будет менее прочным?
- 6.4.11. Что необходимо сделать, чтобы повысить изгибную прочность зуба?
- 6.4.12. Что необходимо сделать, чтобы повысить контактную прочность зубчатой передачи?

- 6.4.13. Назначить способ получения заготовки, если известны геометрические размеры зубчатого колеса.
- 6.4.14. Определить диаметр и длину ступицы зубчатого цилиндрического стального (чугунного) колеса, если известен диаметр вала зубчатого колеса.
- 6.4.15. Определить эквивалентное число зубьев зубчатого косозубого колеса, если известны его параметры β и z_2 .
- 6.4.16. Определить модуль зацепления, если известны
- а) диаметр впадин d_{f2} и диаметр вершин d_{a2} зубчатого колеса;
 - б) межосевое расстояние a_w , угол наклона зубьев β , передаточное число u , число зубьев шестерни z_1 ;
 - в) межосевое расстояние a_w , диаметр выступов (впадин) зубчатых колес (шестерни) d_a , передаточное число u ;
 - г) межосевое расстояние a_w , коэффициенты ψ_{ba}, ψ_{bm} .
- 6.4.17. Определить межосевое расстояние, если известны
- а) число зубьев шестерни z_1 , передаточное число u , угол наклона β , модуль зацепления m ;
 - б) диаметр впадин (выступов) шестерни, диаметр впадин (выступов) зубчатого колеса, передаточное число u , угол наклона зубьев β .
- 6.4.18. Определить передаточное число u , если известны
- а) межосевое расстояние a_w , число зубьев шестерни (зубчатого колеса) z_i , диаметр выступов (впадин) зубчатых колес (шестерни), угол наклона зубьев β ;
 - б) диаметр выступов (впадин) шестерни (зубчатого колеса); межосевое расстояние a_w , модуль зацепления m , угол наклона зубьев β ;
 - в) число зубьев z_i , модуль зацепления m (или шаг зацепления p), межосевое расстояние a_w , угол наклона зубьев β ;
 - г) угловые скорости (частоты) вращения шестерни и зубчатого колеса.
- 6.4.19. Определить делительный диаметр d_i , если известны
- а) диаметр выступов шестерни (зубчатого колеса), диаметр впадин шестерни (зубчатого колеса) d_{f1} , передаточное число u ;
 - б) межосевое расстояние a_w , угол наклона зубьев β , передаточное число u .
- 6.4.20. Определить диаметры впадин и выступов зубчатых колес, если известны
- а) межосевое расстояние a_w , шаг зацепления p (или модуль зацепления m), угол наклона зубьев β , передаточное число u ;
 - б) диаметр выступов шестерни d_{a1} , диаметр впадин зубчатого колеса d_{f2} , передаточное число u ;

- в) диаметр впадин (выступов) шестерни и зубчатого колеса, передаточное число u .

6.5. Расчет конической прямозубой зубчатой передачи

- 6.5.1. Из каких соображений назначается число зубьев шестерни конической передачи?
- 6.5.2. Как определить передаточное число конической передачи, если известны углы делительных конусов?
- 6.5.3. Как определить основные геометрические параметры конической передачи?
- 6.5.4. Укажите особенности расчета конических передач на контактную прочность.
- 6.5.5. Укажите особенности расчета конических передач на изгибную прочность.

6.6. Расчет червячной передачи

- 6.6.1. Как определяется коэффициент нагрузки для червячной передачи при расчете на контактную прочность?
- 6.6.2. Как определить скорость скольжения в червячной передаче?
- 6.6.3. В чем состоит особенность расчета червячной передачи по напряжениям изгиба?
- 6.6.4. Как и зачем проводится тепловой расчет червячной передачи?

6.7. Расчет усилий в зацеплении и расчет валов

- 6.7.1. Определить окружную силу, действующую в прямозубой цилиндрической передаче, если известны T_2 , z_2 , d_{a2} .
- 6.7.2. Определить окружную силу, действующую в прямозубой цилиндрической передаче, если известна радиальная сила F_r .
- 6.7.3. Определить окружную силу, действующую в прямозубой цилиндрической передаче, если известна нормальная сила F_n .
- 6.7.4. Определить осевую силу, действующую в косозубой цилиндрической передаче, если известны угол наклона зубьев β и радиальная сила F_r .
- 6.7.5. Определить радиальную силу, действующую в косозубой цилиндрической передаче, если известны угол наклона зубьев β , и F_a .
- 6.7.6. Определить T_2 , если известны радиальная сила, действующая в косозубой передаче ($\beta = 12^\circ$), z_1 , m , u .
- 6.7.7. Определить нормальную и окружную силы, действующие в цилиндрическом косозубом зацеплении, если известны F_a и F_r .
- 6.7.8. Как определяются силы, действующие в конической передаче?

- 6.7.9. Как определяются силы, действующие в червячной передаче?
- 6.7.10. Определить центробежную силу от муфты, действующую на вал, если известен T_1 .
- 6.7.11. Определить диаметр выходного конца быстроходного вала, если известны P_1, n_1 .
- 6.7.12. Определить диаметр промежуточного вала под подшипником, если известен T_2 .
- 6.7.13. Определить диаметр промежуточного вала под зубчатым колесом, если известны P_2, ω_2 .
- 6.7.14. Как определить момент сопротивления сечения вала при расчете на изгиб в месте расположения шпоночного паза?
- 6.7.15. Как определить амплитуду цикла касательных напряжений при частом реверсе вала?
- 6.7.16. Как определить средние касательные напряжения при отсутствии реверса вала?
- 6.7.17. Определить пределы выносливости $\tau_{-1}; \sigma_{-1}$ для вала, выполненного из стали 45 ($\sigma_b = 720$ МПа).
- 6.7.18. Определить коэффициент запаса прочности вала в опасном сечении, если известны $S_\sigma; S_\tau$.
- 6.7.19. Коэффициент запаса прочности вала в опасном сечении равен 0,9. Дайте оценку прочности вала и укажите пути её повышения (понижения).
- 6.7.20. Как повлияет шлифование поверхности вала на коэффициент запаса его прочности?
- 6.7.21. Построить эпюры изгибающих и крутящих моментов для валов редуктора.
- 6.7.22. Напишите условие работоспособности при уточненном расчете валов на выносливость.

6.8. **Расчет подшипников, выбор смазки, муфт, корпуса**

- 6.8.1. Как определяется расчетная осевая сила, действующая на радиально-упорной шарикоподшипник, при установке его в «распор»?
- 6.8.2. Как определяется расчетная осевая сила, действующая на радиально-упорной роликоподшипник при установке его в «растяжку»?
- 6.8.3. Что такое динамическая грузоподъемность радиально-упорного подшипника?
- 6.8.4. Как определяется ресурс подшипника в часах?
- 6.8.5. Как определяется ресурс радиально-упорного шарико-, роликоподшипника (в миллионах оборотов)?
- 6.8.6. Как определяется эквивалентная динамическая нагрузка для радиальных и радиально-упорных подшипников качения?

- 6.8.7. Как учитывается переменность режима нагружения при расчете подшипников качения?
- 6.8.8. Как рассчитываются подшипники качения при $1 \text{ об/мин} \leq n \leq 10 \text{ об/мин}$?
- 6.8.9. Температура подшипника качения снизилась со 120°C до 80°C . Как это повлияет на ресурс подшипника?
- 6.8.10. Изменится ли долговечность подшипника качения, если подшипник №208 заменить на подшипник №308?
- 6.8.11. Дайте сравнительную оценку долговечности подшипников №306 и №308.
- 6.8.12. Изменится ли долговечность подшипника, если схему его установки «в растяжку» заменить на схему установки «в распор»?
- 6.8.13. Как повлияет на ресурс замена шарикового радиально-упорного подшипника на роликовый?
- 6.8.14. Из каких соображений выбирается тип и способ смазки подшипников качения?
- 6.8.15. Как осуществляется выбор вида и способа смазки для подшипников двухступенчатых редукторов?
- 6.8.16. Как определить типоразмер муфты?
- 6.8.17. По каким исходным данным подбирается стандартная упругая муфта?
- 6.8.18. В каком случае допустимо в проектируемом приводе устанавливать жесткие муфты?

6.9. Графическая часть проекта

- 6.9.1. Укажите способы изготовления зубчатых колес.
- 6.9.2. Изобразите указанные преподавателем типы подшипников качения.
- 6.9.3. Приведите примеры установки подшипников на валах.
- 6.9.4. Объясните, какие существуют способы установки подшипников на валах (см. рис.2). Выберите схему установки, указанную преподавателем.

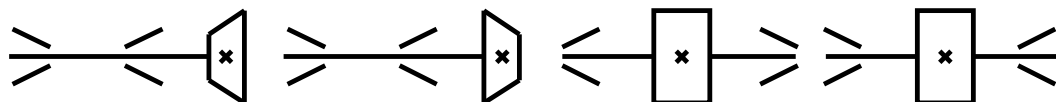


Рис. 2

- 6.9.5. Изобразите варианты фиксации внутреннего и наружного колец подшипника.

- 6.9.6. Изобразите вариант, когда упорные заплечики для внутреннего кольца подшипника созданы с помощью пружинного упорного кольца.
- 6.9.7. Изобразите вариант фиксации наружного кольца подшипника с помощью крышки подшипникового узла.
- 6.9.8. Изобразите вариант фиксации наружного кольца подшипника с помощью пружинного кольца.
- 6.9.9. Изобразите вариант фиксации наружного кольца подшипника с помощью специальной конструкции подшипника.
- 6.9.10. Изобразите известные вам способы регулирования зазоров в подшипниках в соответствии со схемой проектируемого редуктора.
- 6.9.11. Чем обусловлена установка радиальных роликовых подшипников на валу с разнесенным шевроном?
- 6.9.12. Как подбирается стандартная крышка подшипникового узла?
- 6.9.13. Изобразите и объясните известные вам способы стопорения деталей на валу.
- 6.9.14. Перечислите материалы, применяемые для изготовления корпусов общемашиностроительных редукторов.
- 6.9.15. В зависимости от какого параметра определяют толщину стенки корпуса?
- 6.9.16. В зависимости от чего выбираются размеры фасок при конструировании?
- 6.9.17. Изобразите известные вам конструкции фундаментных болтов для крепления рамы редуктора.
- 6.9.18. Для чего служит штифтовое соединение крышки и корпуса?
- 6.9.19. Как определяется минимальный уровень погружения зубчатых колес в масло в вашем редукторе?
- 6.9.20. От каких факторов зависит выбор типа посадок при установке подшипника на вал и в корпус?
- 6.9.21. Какая из посадок используется для установки внутреннего кольца подшипника на вал редуктора?
- 6.9.22. Какая из посадок используется для установки наружного кольца подшипника в корпус редуктора?
- 6.9.23. От чего зависит допуск на межосевое расстояние проставляемый на рабочем чертеже корпуса зубчатого редуктора?
- 6.9.24. Какие параметры шероховатости определяют качество обработки поверхности деталей?
- 6.9.25. Указать тип, принцип работы муфты, изображенной на рис. 3. Назвать элементы, входящие в нее.

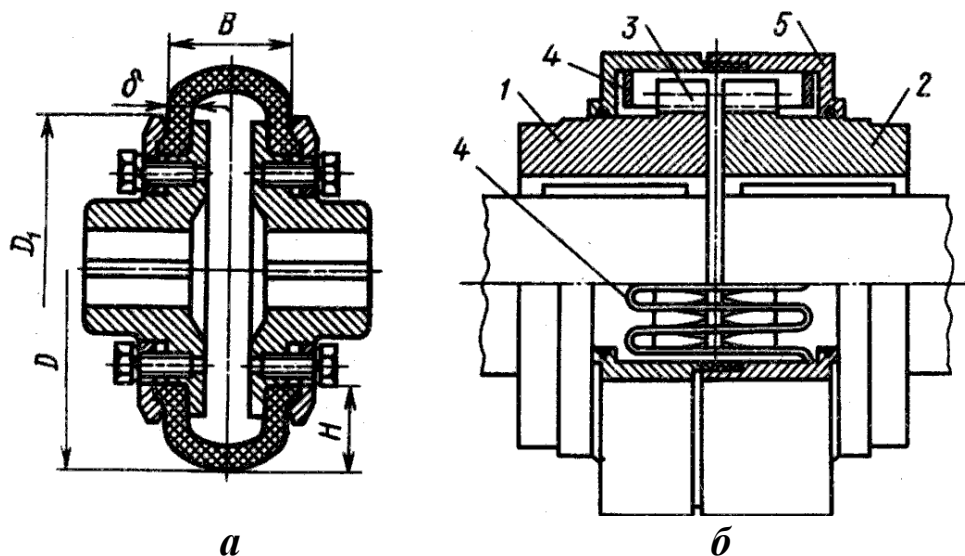


Рис.3.

6.9.26.К какому классу относится цепная муфта; муфта со звездочкой и т.д.?

6.9.27.В каком производстве применяются сварные рамы?

ЛИТЕРАТУРА

1. Анурьев, В.И. Справочник конструктора машиностроителя: в 3 т./ В.И.Анурьев – М.: Машиностроение, 1992. – 816 с.
2. Анфимов, М.И. Редукторы: конструкция и расчет/ М.И.Анфимов. – М.: Машиностроение, 1993. – 462 с.
3. Бейзельман, Р.Д. Подшипники качения: Справочник/ Р.Д.Бейзельман, Б.В. Цынкин, Л.Я. Перель. – М.: Машиностроение, 1975. – 574 с.
4. Гузенков, П.Г. Детали машин: Учебник для машиностроительных специальностей вузов/ П.Г. Гузенков.– М.: – Высшая школа, 1986. – 359с.
5. Детали машин: атлас конструкций: в 2 частях: учебное пособие для студ. ч. 1/ под. ред. Д.Н.Решетова. – М.: Машиностроение, 1992. – 352 с.
6. Допуски и посадки: в 2 ч./ под ред. В.Д.Мягкова [и др.]. – Л.: Машиностроение, 1982. – 991 с.
7. Дунаев, П.Д. Конструирование узлов и деталей машин: учебн. пособ. для студ. вузов/П.Д.Дунаев, О.П.Леликов. – Издат. центр. «Академия», 2004. – 496 с.
8. Иванов, М.Н. Детали машин: учеб. для вузов/ М.Н.Иванов, В.А.Финогенов: – М.: Высшая школа, 2003. – 408 с.

9. Кудрявцев, В.Н. Детали машин/ В.Н.Кудрявцев. – Л.: Машиностроение, 1980. – 465 с.
10. Кузьмин, А.В. Расчеты деталей машин: справочное пособие/ А.В.Кузьмин, И.М. Чернин, Б.С. Козинцев. – Минск, Высшая школа, 1986. – 400 с.
11. Мягков, В.д. Краткий справочник конструктора/ В.Д. Мягков. – М.: Машиностроение, 1975. – 816 с.
12. Орлов, П.И. Основы конструирования: справочно-методическое пособие: в 2 кн./ П.И.Орлов. – М.: Машиностроение, 1988. – 1100 с.
13. Палей, М.А. Допуски и посадки: справочник: в 2 ч./ М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. – Л.: Политехник, 1991. – 1364 с.
14. Перель, Л.Я. Подшипники качения: расчет, проектирование и обслуживание опор/ Л.Я. Перель, А.А. Филатов. – М.: Машиностроение, 1992. – 606 с.
15. Подшипники качения: каталог/ Минск, подшипниковый завод. – Минск: ТОО «Деловая жизнь», 1993. – 172 с.
16. Поляков, В.С. Справочник по муфтам/ В.С. Поляков, И.Д. Барбаш, О.А. Ряховский. – Л.: Машиностроение, 1979. – 343 с.
17. Практические методы проектирования деталей механического оборудования наземных транспортных систем: учебное пособие/ под общей редакцией А.А.Барона; ВолгГТУ. – Волгоград, 2000. – 44 с.
18. Проектирование механических передач/ С.А. Чернавский [и др.] – М.: Машиностроение, 1984. – 560 с.
19. Решетов, Д.Н. Детали машин: учеб. для машиностроит. и мех. спец. вузов/ Д.Н. Решетов. – М.: Машиностроение, 1989. – 495 с.

Составители: Михаил Маркович Матлин
Сергей Юрьевич Кислов
Эрик Францевич Крейчи
Анатолий Александрович Тетюшев
Ирина Михайловна Шандыбина
Сергей Львович Лебский

**Задания на курсовое проектирование по дисциплинам
«Детали машин и основы конструирования», «Механика»,
«Прикладная механика»**

Методические указания

Темплан 2006 г. Поз. № 119.

Подписано в печать 06.04.2006. Формат 60x84 1/16.

Бумага газетная.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,4.

Тираж 500 экз. Заказ _____. Бесплатно.

Волгоградский государственный технический университет.

400131 г. Волгоград, пр. В. И. Ленина, 28.

РПК «Политехник» Волгоградского государственного технического университета.

400131 г. Волгоград, ул. Советская, 35.