

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ОРШАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕХАНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ  
КОЛЛЕДЖ»**

# **ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА**

Методические рекомендации по изучению учебной дисциплины,  
задания для контрольных работ и рекомендации по их выполнению  
для учащихся заочной формы обучения 3, 4 курса  
но специальности:

2-37. 01. 06. «Техническая эксплуатация автомобилей»

Орша 2006

Автор А.В.Кудлаенко, преподаватель Оршанского Государственного механико-экономического колледжа.

Рецензент А.С. Шатенок, преподаватель Оршанского Государственного механико-экономического колледжа.

Разработано на основе типовой учебной программы дисциплины «ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА» утверждённой Министерством образования Республики Беларусь 28.12.2001 г., и примерного тематического плана дисциплины «ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА» утверждённого Министерством образования Республики Беларусь ст №6 Д / тип от 12.05.2004 г.

Обсуждено и одобрено на заседании цикловой комиссии «Машиностроительного цикла»

Протокол № 11 от 18.05.2006г.

Председатель цикловой комиссии \_\_\_\_\_ Новодельнова Н.П.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Пояснительная записка.	стр. 4
2. Тематический план дисциплины.	10
3. Методические рекомендации по изучению разделов, тем программы и вопросы для самоконтроля.	13
4. Задания для домашних контрольных работ и методические рекомендации по их выполнению.	40
5. Литература.	64
6. Критерии оценки домашней контрольной работы.	65

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа предмета «Техническая механика» предусматривает изучение статики конструкций, кинематических и динамических характеристик движущихся элементов машин и механизмов по главным критериям их работоспособности, важнейших принципов проектирования, конструирования.

Изучение предмета базируется на знании математики, физики, черчения, информатики и на основе практического использования персональных ЭВМ, технологии конструкционных материалов.

«Техническая механика» является комплексным предметом и включает в себя основные положения теоретической механики с основными понятиями из теории механизмов и машин, сопротивления материалов и деталей машин.

Знания и умения, полученные при изучении предмета, являются необходимыми для последующего изучения специальных предметов и успешного практического обучения.

В результате изучения предмета учащиеся

**должны знать:**

основные положения статики конструкций, кинематики и динамики механических систем и машин;

основы расчетов элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах нагружения (простом, сложном);

критерии прочности, конструкции и методы расчета деталей и механизмов общего назначения и основы их проектирования;

**должны уметь:**

выбирать расчетную схему (модель) и проводить соответствующие расчеты типовых для данной отрасли элементов машин в процессе проектирования.

Изучение предмета должно вестись на базе современных представлений статики, кинематики, динамики, основных понятий теории механизмов и машин, механики конструкционных материалов, теории прочности, надёжности, трибологии, автоматизированного проектирования.

По основным разделам и темам предмета программой предусмотрено проведение контрольных работ, лабораторных и практических работ, перечень которых приведён в данной программе.

Заключительным этапом в изучении предмета является курсовой проект. Задание на курсовое проектирование, тематика лабораторных и практических работ, и содержание домашних контрольных работ должны утверждаться на заседании цикловой (предметной) комиссии.

Для обеспечения наглядности и качества обучения, а также современного технического уровня подготовки специалистов в процессе изучения предмета рекомендуется использовать технологические средства обучения: ЭВМ, периферийные устройства, программное и методическое обеспечение к ним;

кино- и видео установки, различные проекционные установки и демонстрационные материалы к ним; учебные плакаты; стенды с натурными деталями и сборочными единицами (в том числе с необходимыми разрезами); стенды с образцами выполнения лабораторных, практических работ и готовых курсовых проектов; раздаточный материал; методические рекомендации; различные автоматизированные программируемые машинные и безмашинные системы обучения и контроля знаний и умений и т. д.

## **ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЗНАНИЯМ И УМЕНИЯМ УЧАЩИХСЯ**

Учащиеся должны знать: положения разделов теоретической механики, сопротивления материалов и деталей машин, изложенные в этой программе, в объеме часов, предусмотренных для соответствующих специальностей учебными планами.

Учащиеся должны уметь: выбирать расчетную схему (модель) и проводить соответствующие расчеты типовых для данной отрасли элементов машин в процессе их проектирования.

### **В результате изучения теоретической механики учащиеся *должны*:**

- решать задачи на определение реакций связей статически определимых стержневых и балочных систем, нагруженных плоскими и пространственными системами сходящихся, параллельных и произвольно расположенных сил, включая пространственно нагруженные валы;

- опытным путем определять значение коэффициента трения скольжения для различных пар трущихся материалов и выбирать рациональные их соотношения;

- расчетным и опытным путем определять положение центра тяжести сложных плоских сечений (фигур), состоящих из простых геометрических фигур и стандартных профилей проката;

- решать задачи на движение точки (определение расстояния, скорости и ускорения при любом виде движения по прямолинейной и криволинейной траектории);

- строить и читать кинематические графики (зависимости пройденного пути, скорости и касательного ускорения от времени) при равномерном и равнопеременном движении точки;

- решать задачи на вращательное движение твердого тела (определять для любого момента времени средние значения углового перемещения, скорости и ускорения тела, а также соответствующие им линейные скорости и ускорения точек вращающегося тела);

- решать задачи по определению абсолютных скоростей точек при их сложном движении и при плоскопараллельном движении плоских тел;

- решать задачи, в которых рассматривается работа и мощность при поступательном и вращательном (равномерном и равнопеременном) движении твердого тела;

- опытным путем определять моменты инерции тел (для специальностей, по которым предусмотрено проведение соответствующей лабораторной работы).

**В результате изучения сопротивления материалов учащиеся должны:**

- определять внутренние силовые факторы и напряжения в сечениях бруса при любом виде его нагружения;

- строить эпюры внутренних силовых факторов в поперечных сечениях бруса при растяжении и сжатии, кручении, изгибе, изгибе с кручением и определять опасное сечение в этих случаях нагружения;

- проводить механические испытания материалов на растяжение, сжатие, срез, кручение (пружин на жесткость), изгиб (изгиб с кручением) и устойчивость с определением соответствующих характеристик прочности, пластичности и жесткости;

- выполнять проверочные и проектные расчеты на прочность и жесткость при растяжении и сжатии, срезе, смятии, кручении (в том числе цилиндрических винтовых пружин), изгибе (расчет на жесткость проводить табличным методом), изгибе с кручением (только на прочность) и расчеты сжатых стержней на устойчивость.

**В результате изучения деталей машин учащиеся должны:**

- анализировать условия работы простейших механизмов и машин, определять вид нагружения, характер эксплуатационной нагруженности, составлять расчетные схемы и назначать критерии работоспособности и расчета их деталей;

- назначать посадки основных деталей общемашиностроительного применения;

- назначать класс и по справочникам выбирать марки, характеристики физико-механических свойств и допускаемые напряжения машиностроительных материалов проектируемых деталей;

- назначать типы, составлять простейшие кинематические схемы, производить кинематический и силовой расчеты (с выбором электродвигателя) механических передач и многоступенчатых приводов общемашиностроительного применения;

- проводить проектные и проверочные расчеты на прочность, расчет геометрии и сил в зацеплении зубчатых цилиндрических (прямозубых, косозубых и шевронных) и конических (прямозубых) передач (без смещения);

- определять передаточные числа, проводить расчет геометрии одноступенчатых планетарных и волновых зубчатых передач;

- проводить силовой и проектный (из условия износостойкости) расчеты передачи винт-гайка скольжения;

- для червячных передач проводить силовой, проектный и проверочный расчеты на прочность, расчет геометрии, расчет вала-червяка на жесткость, тепловой расчет; назначать способы охлаждения червячных редукторов;

- производить подбор и проверочный расчет цепей цепных передач;

- производить выбор типа ремней и расчет ременных передач по тяговой способности;

- конструировать зубчатые, червячные колеса и червяки;

- конструировать, проводить проектный (на кручение, изгиб и на изгиб с кручением) и

проверочный (на сопротивление усталости при указанных видах нагружения) расчет валов и осей; назначать способы повышения усталостной прочности валов и осей и выбирать по справочникам соответствующие коэффициенты;

- назначать тип подшипников; проводить проверочный расчет и конструирование простейших подшипников скольжения на износостойкость; проводить расчет подшипников качения на долговечность;

- выбирать упругие детали и конструировать простейшие узлы для повышения виброустойчивости машин;

- проводить расчет и конструирование несложных корпусных деталей, устройств для смазывания;

- производить конструирование и расчет простейших вариантов соединений деталей машин (сварных, заклепочных, штифтовых, шпоночных, шлицевых, профильных, резьбовых и соединений с натягом);

- проводить обоснованный выбор типа и типоразмера основных конструкций муфт по диаметру соединяемых валов и по передаваемому моменту (с учетом характера нагрузки);

- проводить разборку, сборку, регулировку и анализ конструкции зубчатых и червячных редукторов (мотор-редукторов);

- определять геометрические параметры зубчатых и червячных колес, червяков и соответствующих типов передач по их замерам;

- составлять алгоритм проектирования и конструирования простых деталей и сборочных единиц машин (в том числе с применением элементов САПР).

## **КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

Заключительным, наиболее творческим и самостоятельным этапом изучения предмета является выполнение курсового проекта - первой расчетно - конструкторской работы учащихся.

В процессе работы над проектом учащиеся знакомятся с последовательностью проектирования и основами конструирования деталей и сборочных единиц машин с учетом эксплуатационных, технологических и экономических требований. Приобретают навыки самостоятельной работы с учебной, специальной и справочной литературой, действующими стандартами.

Тематика курсового проектирования утверждается цикловыми комиссиями и содержит, как правило, кинематическую схему какого-либо привода (конвейера, станка, транспортной, грузоподъемной машины и др.), включающую одноступенчатый редуктор (зубчатый, червячный и др.). В задания на курсовое проектирование рекомендуется включать схемы приводов с зубчатым (цилиндрическим, коническим) и ременной или цепной передачей. При этом после кинематического расчета привода и выбора электродвигателя далее можно выполнять проект только редуктора.

Курсовой проект состоит из расчетной и графической частей.

**Расчетная часть** оформляется в виде пояснительной записки (объемом ориентировочно 25-35 страниц формата А4), которая подшивается в обложку из плотной бумаги. Расчеты должны сопровождаться схемами или рисунками и ссылками на используемые литературные источники.

Все расчеты необходимо проводить по методикам и с таким использованием вычислительных средств, чтобы учащимся был хорошо усвоен физический смысл как расчетных зависимостей, так и всех входящих в них величин (коэффициентов и т. п.).

При проектировании рекомендуется разрабатывать вариант задания с минимальными габаритами и массой.

Правила оформления пояснительной записки должны соответствовать действующим стандартам.

**Графическая часть** проекта включает:

сборочный чертеж редуктора, желательно в масштабе 1:1 (2-3 вида) - 1-2 листа формата А1 (или 1 лист формата А0);

чертежи двух, как правило, сопряженных деталей (например, колеса и вала) - 2 листа формата А3 (А4 или А2) или чертеж корпусной детали (1-2 листа формата А2, А3 или А4).

Все чертежи и спецификации к ним выполняются карандашом. В обучающих целях для более полного изучения конструкции проектируемого редуктора и технологических особенностей сборки сборочный чертеж допускается выполнять без применения условностей и упрощений с обязательным акцентированием внимания учащихся на данное обстоятельство.

Перед началом курсового проектирования учащиеся получают индивидуальные задания (включающие тему, кинематическую схему и исходные данные) и график выполнения этапов проекта.

**Примерное содержание этапов проектирования:**

- выбор электродвигателя, кинематический и силовые расчеты привода;
- расчет передачи редуктора (выбор материалов, определение допускаемых напряжений, проектный и проверочный расчеты, определение геометрии и сил в зацеплении);
- проектный расчет валов редуктора (предварительное определение диаметров и выбор муфт, подбор подшипников, выбор уплотнений валов);
- эскизная компоновка редуктора (выбор способа смазывания передачи и подшипников, конструирование крышек и подшипниковых узлов);
- конструирование зубчатых колес;
- расчет подшипников на долговечность;
- подбор и проверочный расчет шпоночных (шлицевых) соединений;
- конструирование корпуса редуктора;
- выбор посадок;
- расчет валов на сопротивление усталости;



- смазка и сборка редуктора;
- технико-экономические показатели проектируемого редуктора;
- выполнение графической части проекта.

Пояснительная записка должна включать: содержание, задание, указанные выше этапы проектирования, список используемой литературы и приложения (окончательный вариант эскизной компоновки в масштабе 1:1 и спецификацию к сборочному чертежу).

Выполнение курсового проекта сопровождается консультациями (групповыми и индивидуальными), тематика которых должна охватывать все этапы. Количество часов консультаций определено программой и учебными планами по специальностям. Рекомендуется проводить консультации с группами по 8-10 учащихся.

Прием готовых курсовых проектов рекомендуется проводить в форме открытой защиты в присутствии учащихся и с приглашением других преподавателей технической механики, черчения и специальных дисциплин.

### **САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА УЧАЩИХСЯ (ДОМАШНИЕ ЗАДАНИЯ И УПРАЖНЕНИЯ) И КОНСУЛЬТАЦИИ**

Для закрепления практических умений учащиеся самостоятельно выполняют домашние задания и упражнения по всем темам, в которых предусматривается решение задач для соответствующего обеспечения основных программных требований к знаниям и умениям учащихся. Для повышения эффективности самостоятельной работы учащихся преподаватель проводит консультации по соответствующей тематике.

## 2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ

### ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН дисциплины «Техническая механика» для заочной формы обучения

Специальность 2-36. 08. 01. «Машины и аппараты лёгкой, текстильной промышленности и бытового обслуживания»

Раздел, тема	Количество часов			
	Всего	В том числе		
		На лабораторные работы	На лекции	На самостоятельную работу учащихся
1	2	3	4	5
Введение	1		1	
Раздел 1. Теоретическая механика	<b>47</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>40</b>
1.1 Статика				
1.1.1 Основные понятия и аксиомы статики	5		} 1	} 20
1.1.2 Системы сил				
1.1.2.1 Системы сходящихся сил	6			
1.1.2.2 Системы произвольно расположенных сил и параллельных сил	8			
1.1.3 Связи с трением: трение скольжения и качения	4		1	1
1.1.4 Центр параллельных сил и центр тяжести; устойчивость равновесия	6	2	1	3

1	2	3	4	5		
1.2 Кинематика						
1.2.1 Основные понятия кинематики	1		}	}		
1.2.2 Кинематика точки	1					
1.2.3 Простейшие движения тела	2				2	6
1.2.4 Сложное движение точки	1					
1.2.5 Сложное движение твёрдого тела	3					
1.3 Динамика						
1.3.1 Основные понятия и аксиомы динамики	1		}	}		
1.3.2 Движение материальной точки; Метод кинетостатики	1					
1.3.3 Работа и мощность	2				2	10
1.3.4 Общие теоремы динамики	6					
<b>Раздел 2. Сопротивление материалов</b>	<b>70</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>56</b>		
2.1 Основные положения	4			}		
2.2 Растяжение и сжатие	18	2	2			
2.3 Срез и смятие	4		}		32	
2.4 Кручение; срез и кручение	12					2
2.4.1 Геометрические характеристики плоских сечений	4					
2.4.2 Кручение; срез и кручение	8					
2.5 Изгиб	20	2	4			
2.6 Растяжение (сжатие) и изгиб бруса большой жёсткости	2		}		24	
2.7 Изгиб с кручением; кручение с растяжением (сжатием)	6			2		
2.8 Устойчивость сжатых стержней	4					

1	2	3	4	5
<b>Раздел 3. Детали машин</b>	<b>92</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>46</b>
3.1 Основные положения	4		}	}
3.2 Механические передачи				
3.2.1 Общие сведения о механических передачах	4		}	}
3.2.2 Фрикционные передачи	2			
3.2.3 Зубчатые передачи	16		}	
3.2.4 Червячные передачи	2			
3.2.5 Передача винт-гайка	4		}	
3.2.6 Цепные передачи	2			
3.2.7 Ременные передачи	4		}	
3.3 Несущие, поддерживающие, корпусные и упругие детали				
3.3.1. Оси и валы	4		}	
3.3.2. Опоры осей и валов (подшипники)				
3.3.2.1. Подшипники скольжения	2		}	
3.3.2.2. Подшипники качения	4			
3.3.2.3. Корпусные детали, направляющие, устройства для смазывания и уплотнения	1		}	
3.4.1. Сварные, заклёпочные, паяные и клеевые соединения	1			
3.4.2. Штифтовые, шпоночные, шлицевые и профильные соединения	1		}	
3.4.3. Резьбовые соединения	3			
3.4.4. Соединения с натягом	1		}	
3.4.5. Муфты	2			
3.5. Редукторы и мотор-редукторы	4	2	}	
3.6. Основы проектирования и конструирования деталей машин	1			
<b>Курсовое проектирование</b>	<b>30</b>		<b>30</b>	
<b>Итого</b>	<b>210</b>	<b>8</b>	<b>60</b>	<b>142</b>

### 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ПРОГРАММЫ

#### Введение

Содержание, основные задачи и разделы технической механики, ее связь с общеобразовательными, общепрофессиональными и специальными предметами. Значение механики в технике. Краткая справка о развитии механики.

стр. 4 – 6 [1]

#### 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Теоретическая механика и ее разделы: статика, кинематика, динамика. Задачи теоретической механики.

##### 1.1. Статика

##### 1.1.1. Основные понятия и аксиомы статики; связи и реакции связей

**Основные понятия статики:** материальная точка, абсолютно твердое (жесткое) тело, сила (сила как вектор, единицы измерения и способы приложения силы, сила тяжести).

Системы сил и их классификация. Эквивалентные и уравновешенные системы сил. Равнодействующая сила. Равновесие. Задачи статики.

**Аксиомы статики:** первая аксиома (закон инерции); вторая аксиома (условие равновесия двух сил); третья аксиома (принцип присоединения и исключения уравновешенных сил, сила - скользящий вектор); четвертая аксиома (правило параллелограмма); пятая аксиома (закон равенства действия и противодействия).

Связи, их классификация; реакции связей и определение их направления.

Проекция силы на ось, на две и три взаимно перпендикулярные координатные оси; правило знаков.

§§1.1. - 1.4. стр. 7 - 25

##### **Вопросы для самоконтроля**

1. Какие системы сил называются эквивалентными?
2. В чем сходство между равнодействующей и уравновешивающей силами и чем они отличаются друг от друга?
3. Если две непараллельные силы, лежащие в одной плоскости, приложены в разных точках твердого тела, можно ли при их сложении применить правило параллелограмма (или треугольника) и в какой точке будет приложена равнодействующая этих сил?
4. Можно ли силу в 50 Н разложить на две силы, например, по 200 Н?
5. Какие разновидности связей рассматриваются в статике?
6. Как направлена сила  $F$ , если известны ее проекции на оси прямоугольной системы координат: а)  $F_x = 0$ ;  $F_y = F$ ; б)  $F_x = -F$ ;  $F_y = 0$ ; в)  $F_x = F_y$ ; г)  $F_x = -F_y$ .

**Пара сил.** Сложение двух сил, приложенных в точке тела, и разложение силы на две составляющие. Вращающее действие пары сил на тело. Плечо и момент пары сил, правило знаков. Момент пары сил как свободный вектор. Возможность переноса пары сил в плоскости ее действия. Эквивалентные и уравновешивающиеся пары сил.

Сложение пар сил, момент равнодействующей пары. Условие и уравнение равновесия системы пар сил.

Плечо и момент силы относительно точки и оси, правило знаков.

§§ 1.7. – 1.10. стр. 35 - 44

### ***Вопросы для самоконтроля***

- 1. Можно ли заменить действие пары сил на тело действием одной силы?*
- 2. К концам отрезка длиной 1 м приложены две параллельные силы по 100 Н, направленные в противоположные стороны. Как изменится момент этой пары, если каждую силу повернуть по ходу часовой стрелки на 60°?*
- 3. Две силы по 100 Н образуют пару с плечом 0,5 м, а силы по 400 Н — пару с плечом 12,5 см. Могут ли эти пары уравновесить друг друга и в каком случае?*

### **1.1.2. Системы сил**

#### *1.1.2.1. Системы сходящихся сил*

Плоская и пространственная системы сходящихся сил. Сложение плоской системы сходящихся сил. Силовой многоугольник. Определение равнодействующей системы сходящихся сил методом проекций; теорема о проекции суммы сил на ось координат. Условие равновесия плоской системы сходящихся сил в геометрической и аналитической форме. Уравнения равновесия. Сложение и равнодействующая пространственной системы сходящихся сил. Условие и уравнения равновесия пространственной системы сходящихся сил. Стержневые системы с идеальными шарнирами (статически определимые) и определение реакций в стержнях. Общие понятия о статически неопределимых задачах.

#### *1.1.2.2. Системы произвольно расположенных и параллельных сил*

Плоская и пространственная системы произвольно расположенных сил. Эквивалентные преобразования (сложение) систем произвольно расположенных сил. Приведение силы и плоской системы произвольно расположенных сил к данному центру, главный вектор и главный момент плоской системы произвольно расположенных сил (равнодействующая плоской системы произвольно расположенных сил), теорема Вариньона о моменте равнодействующей. Понятия о приведении к данному центру, о главном векторе и главном моменте пространственной системы произвольно расположенных сил; их разложение относительно координатных осей.

Условия и уравнения равновесия плоской системы произвольно расположенных сил (три вида); уравнения равновесия плоской системы параллельных сил (два вида).

Эквивалентные преобразования (сложение) пространственной системы произвольно расположенных сил. Условия и уравнения равновесия пространственной системы произвольно расположенных сил (шесть уравнений). Уравнения равновесия пространственной системы параллельных сил (три уравнения).

Балки и нагрузки; классификация нагрузок (сосредоточенные, моментные, распределенные).

Применение уравнений равновесия для определения опорных реакций статически определимых плоско нагруженных балок и пространственно нагруженных валов.

Общие понятия о статически неопределимых задачах.

§§ 1.5. – 1.6. стр.25 – 44, §§ 1.11. – 1.16. стр.45 – 64, §§ 1.18. – 1.19. стр.72 – 82, [1]

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Сколько уравнений можно составить для уравновешенной системы сходящихся сил и какие?
2. Сформулируйте теорему о равновесии трех непараллельных сил, действующих на тело в одной плоскости.
3. Три действующие на тело силы лежат в одной плоскости и линии их действия пересекаются в одной точке. Образуют ли эти силы уравновешенную систему?
4. В чем сходство и в чем различие между главным вектором плоской системы сил и ее равнодействующей?
2. Какие уравнения (и сколько) можно составить для уравновешенной плоской системы сил?
3. Можно ли силу  $F = 10 \text{ Н}$  разложить на две параллельные составляющие, направленные в противоположные стороны, из которых одна  $100 \text{ Н}$ , а другая  $110 \text{ Н}$ ? Если можно, то покажите, как это сделать.
4. Применима ли теорема Вариньона к плоской системе сходящихся сил?
5. К концу бруса длиной  $1 \text{ м}$ , жестко заделанному в стену, приложена сила  $100 \text{ Н}$  под углом  $30^\circ$  к брусу. Определите  $R$  и  $M_R$  заделки. (Задачу решить в уме, выполнив рисунок).
6. Брус находится в равновесии, опираясь на гладкую вертикальную стену и шероховатый горизонтальный пол; сила тяжести бруса приложена посередине. Можно ли определить направление полной реакции пола?
7. Какие уравнения и сколько можно составить для уравновешенной пространственной системы сходящихся сил?
8. Почему при определении момента силы относительно оси нужно обязательно проецировать силу на плоскость, перпендикулярную оси?
9. Как нужно расположить ось, чтобы момент данной силы относительно этой оси равнялся нулю?
10. Какие уравнения и сколько можно составить для уравновешенной системы параллельных сил, расположенных в пространстве?
11. Какие уравнения и сколько можно составить для уравновешенной системы сил, расположенных в пространстве как угодно?

### **1.1.3. Связи с трением: трение скольжения и качения**

Трение скольжения: сила трения, угол трения, коэффициент трения скольжения и факторы, влияющие на него. Конус трения. Условие самоторможения.

Трение качения. Коэффициент трения качения и факторы, влияющие на него. Сравнительный анализ трения скольжения и качения.

§1.17. стр. 64 - 72 [1]

#### ***Вопросы для самоконтроля***

*1. Какова зависимость между углом трения и коэффициентом трения?*

#### **1.1.4. Центр параллельных сил и центр тяжести; устойчивость равновесия**

Сложение системы параллельных сил. Равнодействующая и центр параллельных сил, его свойства и формулы для определения положения. Центр тяжести тела, его свойство. Формулы для определения координат центра тяжести тонких пластинок (сечений), составленных из простых геометрических фигур и из стандартных профилей проката. Формулы для определения координат центра тяжести тела, составленного из простых геометрических объемных фигур. Центр тяжести симметричных плоских сечений и объемных тел. Положения центров тяжести простых геометрических фигур (прямоугольника, треугольника, кругового сектора) и стандартных профилей проката.

§§1.21. - 1.23. стр. 88 - 102 [1]

***Лабораторная работа №1*** Определение центра тяжести плоских фигуры.

#### ***Вопросы для самоконтроля***

- 1. Назовите свойство центра параллельных сил?*
- 2. Что такое центр тяжести тела?*
- 3. Что такое статический момент площади?*
- 4. Куда и на сколько переместится центр тяжести прямого однородного стержня, если согнуть его посередине под прямым углом?*

#### **1.2. Кинематика**

Кинематика и ее задачи; кинематика точки и твердого тела.

##### **1.2.1. Основные понятия кинематики**

Определение кинематики как науки о механическом движении; относительность покоя и движения.

Основные понятия кинематики: система отсчета, траектория, расстояние, путь, время, скорость, ускорение.

§1.25. стр. 108 - 113 [1]

##### **1.2.2. Кинематика точки**

Способы задания движения точки: геометрический (естественный) и координатный. Движение точки по прямолинейной траектории: уравнение движения, средняя скорость и ускорение, скорость и ускорение в данный момент времени. Криволинейное движение точки: ускорение касательное, нормальное, полное.

Виды движения точки в зависимости от ускорения (прямолинейное и криволинейное, равномерное и переменное движение точки). Равнопеременное движение точки: кинематические уравнения и графики, связь между ними.

§§1.26. - 1.30. стр. 113 - 130 [1]



### **Вопросы для самоконтроля**

1. Есть ли различие между понятиями «путь» и «расстояние»?
2. При рассмотрении движения какой-либо точки значения пути и расстояния могут ли не совпадать? Могут ли они быть равными между собой? Приведите примеры.
3. Точка за  $t$  с прошла путь  $S$  м, зависит ли средняя скорость точки от закона движения или его изменения в течение  $t$  с?
4. Как определить касательное и нормальное ускорение точки, если закон ее движения по заданной траектории подчиняется уравнению  $S = f(t)$ ?
5. Имеет ли ускорение точка, равномерно движущаяся по окружности?

### **1.2.3. Простейшие движения твердого тела**

**Поступательное движение твердого тела.** Свойства поступательного движения твердого тела; определение пройденного пути, скоростей и ускорений точек.

**Вращательное движение твердого тела.** Угловое перемещение, угловая скорость (средняя и в данный момент времени); частота вращения. Связь угловой скорости и частоты вращения. Угловое ускорение (среднее и в данный момент времени). Виды вращательного движения твердого тела: равномерное и неравномерное (равнопеременное). Уравнения вращения, основные и вспомогательные формулы.

**Линейные скорости и ускорения точек вращающегося тела.** Связь линейных скорости, касательного, нормального и полного ускорений точек вращающегося тела с его угловыми скоростью и ускорением.

§§1.31. - 1.34. стр. 130 - 141 [1]

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Какае движение называется поступательным?
2. Какае движение называется вращательным?
3. Как определить угловое ускорение и угловую скорость тела, если закон вращательного движения подчиняется уравнению  $\varphi = f(t)$ ?
4. В чём наблюдается связь линейных скорости и полного ускорения точек вращающегося тела с его угловыми скоростью и ускорением.

### **1.2.4. Сложное движение точки**

Переносное, относительное и абсолютное движение точки; сложение перемещений. Теорема сложения скоростей. Определение абсолютной скорости точки (общий и частные случаи).

§1.36. стр. 148 - 152 [1]

### **Вопросы для самоконтроля**

1. По рельсам кран-балки движется тележка с лебедкой, а последняя одновременно поднимает деталь. Какое движение детали относительное, какое переносное и какое абсолютное?

### 1.2.5. Сложное движение твердого тела

Сложное (поступательно-вращательное) движение твердого тела по плоскости и в пространстве.

Плоскопараллельное движение тела и его разложение на поступательное и вращательное. Определение абсолютной скорости любой точки тела. Мгновенный центр скоростей и способы его определения; мгновенная угловая скорость.

Определение абсолютной скорости точек тела, движущегося плоскопараллельно, с помощью мгновенного центра скоростей.

§§1.37. - 1.39. стр. 148 - 158 [1]

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Тело находится в плоскопараллельном движении; может ли у какой-либо точки тела абсолютная скорость равняться нулю?

### 1.3. Динамика

#### 1.3.1. Основные понятия и аксиомы динамики

**Основные понятия:** масса, материальная точка, сила (постоянная и переменная); динамический смысл этих понятий.

**Аксиомы динамики.** Первая аксиома (принцип инерции); вторая аксиома (основной закон динамики материальной точки): масса материальной точки, единицы массы, зависимость между массой и силой тяжести; третья аксиома (закон независимости действия сил); четвертая аксиома (закон равенства действия и противодействия).

§1.42. стр. 167 - 170 [1]

#### 1.3.2. Движение материальной точки. Метод кинетостатики

Понятия о свободной и несвободной точках. Сила инерции и общий метод ее определения. Определение направления и модуля силы инерции в зависимости от траектории и ускорения движения материальной точки.

Принцип Даламбера. Метод кинетостатики.

§§1.43. - 1.45. стр. 170 - 175 [1]

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Мы наблюдаем тело, движущееся равномерно и прямолинейно. Какое заключение можно сделать о системе действующих на тело сил?

2. Два человека растягивают динамометр и он показывает 400 Н. С какой силой тянет к себе динамометр каждый человек?

3. Человек передвигает по снегу тяжело нагруженные санки. Согласно четвертой аксиоме, сила человека и противодействие санок, приложенные к веревке, уравновешивают друг друга. Как же человеку удастся двигать санки?

4. Возникает ли сила инерции при равномерном криволинейном движении точки?

5. Человек вращает привязанный к нити грузик. Что безопаснее для нити — увеличить ее длину в два раза (при той же скорости вращения) или при неизменной длине нити в два раза увеличить скорость вращения?

### 1.3.3. Работа и мощность

**Работа** постоянной силы при прямолинейном движении. Теорема о работе равнодействующей силы. Понятие о работе переменной силы при криволинейном движении. Работа силы тяжести.

**Мощность.** Понятие о мощности и ее среднем значении, мощность в данный момент времени. Работа и мощность при вращательном движении тела. Понятие о механическом коэффициенте полезного действия (КПД).

§§1.46. - 1.52. стр. 175 - 189 [1]

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Вагонетка массой 500 кг катится равномерно по горизонтальным рельсам и проходит расстояние 2 м. Чему равна работа силы тяжести?
2. Шарик силой тяжести 5 Н, катящийся с некоторой скоростью, по инерции прокатился вверх по наклонной плоскости с углом подъема  $30^\circ$  на длину 2 м. Чему равна работа силы тяжести?
3. Известно, что сила сопротивления воды движению теплохода пропорциональна квадрату его скорости. Объясните, почему при необходимости увеличить скорость теплохода в 2 раза его дизели должны увеличить мощность в 8 раз.

### 1.3.4. Общие теоремы динамики

Импульс силы, количество движения, теоремы об изменении количества движения материальной точки. Кинетическая энергия точки. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки.

Понятие о механической системе. Основное уравнение динамики вращающегося тела. Моменты инерции однородных тел: прямолинейного стержня, кольца, тонкого круглого диска, цилиндра сплошного и полого.

Кинетическая энергия при поступательном, вращательном и плоскопараллельном движениях твердого тела. Теорема об изменении кинетической энергии для системы.

§§1.54. - 1.60. стр. 193 - 207 [1]

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Что такое момент инерции тела и от чего зависит его значение?
2. Может ли у одного из двух вращающихся тел с меньшей массой быть больше момент инерции относительно их общей оси?
3. Алюминиевый сплошной цилиндр и медный в виде трубы имеют одинаковые массы и внешние размеры. У которого из них момент инерции относительно геометрической оси больше?
4. Тело массой  $m$  имеет скорость  $v$ , а тело массой  $0,5m$  — скорость  $2v$ . Одинаковые ли у них запасы кинетической энергии?

## **СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ**

### **2.1. Основные положения**

Основные задачи сопротивления материалов: понятие о расчетах на прочность, жесткость и устойчивость.

Деформируемое тело. Деформации упругие и пластические. Нагрузки внешние и внутренние. Классификация внешних нагрузок (поверхностные, объемные; статические, динамические, переменные).

Основные гипотезы и допущения, применяемые в сопротивлении материалов: о свойствах деформируемого тела (однородность, изотропность, непрерывность строения); о характере деформаций (принцип начальных размеров, линейная зависимость между нагрузками и вызываемыми ими деформациями, принцип независимости действия сил). Классификация элементов конструкций по геометрическим признакам: брус, оболочка (пластина), массивное тело.

Внешние и внутренние силовые факторы (нагрузки) в элементах конструкций. Метод сечений и его применение для определения внутренних силовых факторов. Простейшие виды нагружения бруса (растяжение и сжатие, срез, кручение, изгиб) и соответствующие им внутренние силовые факторы (общие уравнения для их определения).

Понятие о напряженном состоянии в точке тела: механическое напряжение.

Алгоритмическая формула напряжения. Геометрическая характеристика прочности сечения.

Напряжение: полное, нормальное, касательное.

§§2.1. - 2.5. стр. 207 – 219 [1]

#### ***Вопросы для самоконтроля***

- 1. Что называется прочностью, жесткостью и устойчивостью детали (конструкции)?*
- 2. По каким признакам и как классифицируются нагрузки в сопротивлении материалов?*
- 3. Какова цель применения метода сечений? Укажите в процессе применения этого метода последовательность операций.*
- 4. С какими внутренними силовыми факторами связано возникновение в поперечных сечениях бруса нормальных напряжений и с какими — касательных напряжений?*

### **2.2. Растяжение и сжатие**

Понятия о центральном растяжении и сжатии. Продольные (нормальные) силы и нормальные напряжения в поперечных сечениях бруса (гипотеза плоских сечений) при растяжении (сжатии).

Построение эпюр продольных сил и нормальных напряжений.

Напряжения в наклонных сечениях бруса (максимальные касательные напряжения).

Деформации при растяжении и сжатии (продольные и поперечные, абсолютные и относительные).

Закон Гука. Модуль продольный упругости. Коэффициент Пуассона. Определение абсолютных продольных деформаций и осевых перемещений поперечных сечений бруса. Построение эпюр осевых перемещений.

**Испытания материалов.** Классификация испытаний по виду нагружения и характеру действующих нагрузок во времени. Классификация конструкционных материалов (пластичные, хрупкопластичные и хрупкие материалы).

Испытания материалов на растяжение и сжатие при статическом на-гружении.

Диаграмма растяжения низкоуглеродистой стали и ее характерные параметры.

Характеристики прочности (пределы пропорциональности, текучести, временное сопротивление) и пластичности (относительное остаточное удлинение и относительное остаточное поперечное сужение) материала. Диаграмма растяжения хрупкопластичного материала; условный предел текучести. Закон повторного нагружения (наклеп). Диаграмма растяжения хрупких материалов. Сравнительная диаграмма сжатия пластичных, хрупкопластичных и хрупких материалов; их механические свойства при сжатии.

Опасные (предельные) и допускаемые напряжения. Коэффициент запаса прочности и факторы, влияющие на его величину и выбор.

Условие прочности при растяжении и сжатии. Расчеты на прочность: проверочный, проектный, определение допускаемой нагрузки.

§§2.6. - 2.10. стр. 219 – 239 [1]

**Лабораторная работа № 2** Испытания на растяжение образца из низкоуглеродистой стали.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Как нужно нагрузить прямой брус, чтобы он работал только на растяжение (сжатие)?
2. Сформулируйте закон Гука. Каков физический смысл модуля продольной упругости  $E$ ?
3. Круглый брус диаметром  $d$  и длиной  $\ell$ , нагруженный продольной силой  $F$ , удлинился на  $\Delta\ell$ . Какое удлинение получит изготовленный из того же материала и нагруженный силой  $F$  брус:  
а) длиной  $\ell_1 = 2\ell$  и диаметром  $d_1 = d/2$ ; б) длиной  $\ell_1 = 2\ell$  и диаметром  $d_2 = 2d$ ?
4. Что такое «предельное напряжение» и что такое «расчетное напряжение»?
5. Что такое допускаемое напряжение и как оно выбирается в зависимости от свойств материалов?
6. На каком-либо примере объясните, как можно данную статически определимую систему превратить в статически неопределимую?

### **2.3. Срез и смятие**

Срез и смятие: внутренние силовые факторы и геометрические характеристики прочности (условная площадь при срезе и смятии). Условия прочности при срезе и смятии. Расчеты на срез и смятие заклепочных, штифтовых

и шпоночных соединений.

§§2.12. - 2.13. стр. 245 – 250 [1]

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. На каких допущениях основаны расчеты на срез и смятие?
2. Как определяется площадь смятия, если поверхность смятия: а) плоская; б) цилиндрическая?

#### **2.4. Кручение; срез с кручением**

Кручение, внутренние силовые факторы при кручении: крутящий момент, построение эпюр крутящих моментов. Чистый сдвиг, угол сдвига, закон парности касательных напряжений. Закон Гука при сдвиге. Модуль сдвига. Зависимость между тремя упругими постоянными для изотропного тела.

Кручение прямого бруса круглого сечения.

Касательные напряжения при кручении, формула для их определения.

**Геометрические характеристики сечений и геометрические характеристики прочности при кручении:** полярные моменты инерции и сопротивления кручению для круглого и кольцевого сечений бруса.

Деформации при кручении: угол сдвига, угол закручивания (абсолютный и относительный). Формулы для определения угла закручивания.

Характер разрушения при кручении брусьев из различных материалов.

Условия прочности и жесткости при кручении. Расчеты на прочность (проверочный, проектный, определение допускаемой нагрузки) и жесткость (проверочный и проектный) при кручении.

§§2.14. - 2.17. стр. 250 – 262 [1]

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Сформулируйте закон Гука при сдвиге. Каков физический смысл модуля упругости сдвига  $C$ ?
2. Как нужно нагрузить брус, чтобы он работал только на кручение?
3. Брус нагружен системой трех пар в плоскостях поперечных сечений, причем действие двух из них уравновешивается действием третьей. Как следует расположить вдоль бруса эти три пары, чтобы крутящий момент в любом сечении бруса был по абсолютному значению меньше наибольшего из трех приложенных?
4. От каких геометрических характеристик сечения зависит при кручении прочность бруса, а от какой — его жесткость? Почему прочность и жесткость при кручении зависят от этих характеристик, а не от площади поперечного сечения?
5. Два круглых бруса имеют равные площади поперечных сечений, но одно из этих сечений сплошной круг, а другое — круговое кольцо. Какой из брусьев имеет: а) большую прочность; б) большую жесткость?
6. В одинаковой ли степени изменяется жесткость и прочность бруса круглого поперечного сечения при изменении его диаметра?

## **2.5. Изгиб**

Основные понятия и определения. Классификация видов изгиба: прямой и кривой изгиб, чистый и поперечный изгиб.

Внутренние силовые факторы при прямом изгибе: поперечная сила и изгибающий момент; правила знаков.

Зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенной нагрузки.

Правила построения эпюр поперечных сил и изгибающих моментов по характерным точкам (на примерах статически определимых двухопорных и консольных балок для случаев приложения к ним сосредоточенных сил и моментов, а также равномерно распределенных нагрузок).

Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов для балок, нагруженных плоскими системами параллельных сил.

Чистый изгиб: зависимость между изгибающим моментом и кривизной оси бруса. Нормальные напряжения, возникающие в поперечных сечениях бруса при чистом изгибе, формула для их определения.

**Геометрические характеристики сечений при изгибе:** осевые моменты инерции и сопротивления. Жесткость сечения при изгибе. Осевые моменты инерции и моменты сопротивления изгибу простейших сечений (прямоугольного, круглого, кольцевого) и стандартных профилей проката. Связь между осевыми и полярными моментами инерции.

Распространение выводов чистого изгиба на поперечный изгиб. Условие прочности при изгибе. Расчеты на прочность при изгибе (проверочный, проектный, определение допускаемой нагрузки). Брус равного сопротивления изгибу.

Понятия о касательных напряжениях в продольных и поперечных сечениях брусков при прямом изгибе, формула Журавского. Деформации (линейные и угловые) при прямом изгибе. Определение линейных и угловых перемещений для различных случаев нагружения статически определимых балок. Условия жесткости и расчета на жесткость при изгибе.

§§2.19. - 2.30. стр. 266 – 321 [1]

**Лабораторная работа № 3** Испытание бруса на изгиб.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1. Возникновением каких внутренних факторов характеризуется прямой чистый изгиб и прямой поперечный изгиб?*
- 2. Приведите примеры нагружения бруса сосредоточенными силами, при которых на участке (участках) бруса в поперечных сечениях возникает только изгибающий момент?*
- 3. Как определить напряжение в любой точке данного поперечного сечения при прямом изгибе?*

4. Во сколько раз уменьшится прочность балки прямоугольного сечения с основанием  $b$  и высотой  $h$ , если балку положить плашмя (т. е. чтобы высота стала основанием, а основание высотой)?
5. Каковы особенности расчета балок из хрупких материалов?
6. Почему при изгибе в продольных сечениях балок возникают касательные напряжения?
7. Во сколько раз увеличится прогиб: а) двухопорной, б) консольной балки, если равномерно распределенную нагрузку по всей длине балки заменить сосредоточенной, в первом случае приложенной посередине между опорами, а во втором — на конце консоли? (Ответ, а) в 4 раза; б) в 1,6 раза.)
8. Почему статический момент любого сечения относительно центральной оси равняется нулю?
9. Чему равен полярный момент инерции прямоугольного сечения со сторонами 4 и 5 см. относительно его центра тяжести?

## **2.6. Растяжение (сжатие) и изгиб бруса большой жесткости**

Совместное действие изгиба и растяжения (сжатия) на брус большой жесткости. Внутренние силовые факторы и нормальные напряжения в поперечных сечениях бруса. Определение суммарных нормальных напряжений в наиболее напряженных точках сечений. Условие прочности и расчета на прочность.

§§2.31. - 2.32. стр. 321 – 326 [1]

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Чем отличается кривой изгиб от поперечного?
2. Может ли кривой изгиб быть чистым?
3. Возникновение каких внутренних силовых факторов характеризует сочетание изгиба с растяжением (сжатием)?

## **2.7. Изгиб с кручением; кручение с растяжением (сжатием)**

Совместное действие изгиба с кручением и кручения с растяжением (сжатием). Внутренние силовые факторы в этих случаях.

Понятие о напряженном состоянии в точке тела. Главные площадки и главные напряжения. Виды напряженного состояния: объемное, плоское, линейное. Эквивалентные (равноопасные напряженные состояния). Эквивалентное напряжение.

Гипотезы прочности и их назначение. Гипотеза наибольших касательных напряжений, гипотеза Мора, гипотеза энергии формоизменения. Области применения и точность гипотез прочности.

Условие прочности при изгибе с кручением по различным гипотезам прочности.

Эквивалентные моменты по различным гипотезам прочности. Связь между полярным и осевым моментами сопротивления (на примере круглого и кольцевого сечений).



Расчеты бруса круглого поперечного сечения на изгиб с кручением (проверочный и проектный).

§§2.33. - 2.35. стр. 326 – 337 [1]

### **Вопросы для самоконтроля**

1. *Каким образом можно представить себе картину напряженного состояния в точке?*
2. *Какие площадки и напряжения называются исходными, а какие — главными?*
3. *Что такое гипотезы прочности и в каких случаях возникает необходимость их использования?*
4. *Что такое эквивалентные напряжения?*
5. *Что такое суммарный изгибающий момент и что такое эквивалентный момент?*

### **2.8. Устойчивость сжатых стержней**

Понятие об устойчивости сжатых стержней (устойчивое и неустойчивое упругое равновесие). Внутренние силовые факторы. Критическая сила. Формула Эйлера для определения критической силы. Учет влияния формы сечения и способов закрепления концов стержня. Критическое напряжение; гибкость стержня, предельная гибкость. Пределы применимости формулы Эйлера. Эмпирические формулы для критических напряжений (формула Ясинского, случаи сведения расчета на устойчивость к расчету на сжатие). График зависимости критических напряжений (для низкоуглеродистой стали) от гибкости. Условие устойчивости, коэффициент запаса устойчивости. Расчеты сжатых стержней на устойчивость (проверочный и проектный). Рациональные формы поперечных сечений сжатых стержней. Способы повышения их устойчивости.

§§2.36. - 2.38. стр. 337 – 346 [1]

### **Вопросы для самоконтроля**

1. *Что называется критической силой?*
2. *Что такое гибкость стержня и от чего она зависит?*
3. *Что такое предельная гибкость и зависит ли эта величина от размеров стержня?*
4. *Каковы наиболее рациональные формы поперечных сечений сжатых стержней?*

## **3. ДЕТАЛИ МАШИН**

### **3.1. Основные положения**

Цели и задачи раздела "Детали машин" в системе технической и конструкторской подготовки специалистов (техников) технического профиля. Связь раздела с теоретической механикой, теорией механизмов и машин, сопротивлением материалов и другими общетехническими и специальными

предметами.

Краткие исторические сведения о развитии машиноведения и деталей машин. Современное состояние и основные тенденции в развитии машиностроения.

### **3.1.1. Основные понятия**

Машина и механизм. Классификация машин в зависимости от их назначения. Машины-двигатели, машины-преобразователи, рабочие машины. Классификация (основные типы) механизмов. Детали и сборочные единицы машин, их классификация. Требования, предъявляемые к машинам, сборочным единицам и деталям.

Технико-экономическая и технологическая роль стандартизации в развитии машиностроения. Типы стандартов.

Конструкция, материалы конструкции. Понятия о технологичности конструкций машин и деталей.

§§1.2. - 1.4. стр. 4 – 12 [6]

#### ***Вопросы для самоконтроля***

- 1. Как классифицируются машины в зависимости от их назначения?*
- 2. Как классифицируются детали и сборочные единицы машин?*
- 3. Что называется механизмом, звеном, кинематической парой?*
- 4. Какие требования предъявляются к машинам, сборочным единицам и деталям?*

### **3.1.2. Условия работы и нагруженность машин и их деталей**

Нагрузки в машинах и конструкциях. Источники нагрузок в машинах, механическое взаимодействие деталей машин. Классификация машин и деталей в зависимости от условий работы. Нагруженность. Виды нагруженности деталей машин и их классификация: статическое и переменное (регулярное и нерегулярное) нагружение. Нагрузки и напряжения в деталях. Возникновение переменных напряжений. Циклы напряжений и их характеристики. Понятия об учете эксплуатационной нагруженности при проектировании машин и деталей.

§1.5. стр. 12 – 15 [6]

#### ***Вопросы для самоконтроля***

- 1. Какие источники нагрузок существуют в машинах?*
- 2. Как классифицируются машины и детали в зависимости от условий работы?*
- 3. Как классифицируются нагружения деталей машин?*

### **3.1.3. Сопротивление усталости**

Усталостные разрушения деталей и его причины. Предел выносливости. Факторы, влияющие на предел выносливости.

Природа усталостного разрушения. Испытания на усталость. Кривая усталости (кривая Велера). Предел выносливости, предел ограниченной выносливости.

Степенное уравнение кривой усталости и его характеристики. Коэффициент долговечности. Эмпирические зависимости между пределом выносливости и

пределом прочности для металлических материалов, пределами выносливости при

симметричном изгибе и симметричном растяжении (сжатии) и кручении. Факторы, влияющие на предел выносливости: концентрация напряжений, абсолютные размеры поперечного сечения, запрессовка деталей (фреттинг-коррозия), шероховатость поверхности, поверхностное упрочнение. Коэффициент снижения предела выносливости детали.

Испытания деталей машин на сопротивление усталости. Понятие о ресурсе деталей по критерию сопротивления усталости.

Конструктивные и технологические способы повышения сопротивления усталости. Расчет на сопротивление усталости при одноосном и двухосном напряженном состоянии.

§§1.6. - 1.9. стр. 15 – 26 [6]

#### ***Вопросы для самоконтроля***

- 1. Каковы факторы, влияющие на предел выносливости?*
- 2. Какие факторы влияют на предел выносливости?*
- 3. Какие существуют способы повышения сопротивления усталости?*

#### **3.1.4. Контактные напряжения и контактная прочность**

Основные понятия и определения. Контакт сферических и цилиндрических тел под нагрузкой. Контактные напряжения и деформации, форма площадок контакта. Определение величины контактных напряжений (формула Герца). Виды и механизмы разрушения рабочих поверхностей тел при действии контактных напряжений (из металлических материалов со смазкой и без смазки, из неметаллических материалов без смазки). Понятие о контактной усталости. Контактная прочность и пути ее повышения.

§1.10. стр. 26 – 29 [6]

#### ***Вопросы для самоконтроля***

- 1. Какие существуют виды и механизмы разрушения рабочих поверхностей тел при действии контактных напряжений?*
- 2. Что такое контактная усталость?*
- 3. Что такое контактная прочность и каковы пути ее повышения?*

#### **3.1.5. Основные понятия надежности машин и деталей**

Надежность детали и машины. Долговечность. Ресурс. Отказ. Ремонтпригодность. Сохраняемость. Показатель надежности (вероятность безотказной работы или вероятность неразрушения при выработке требуемого ресурса). Интенсивность отказов. График зависимости интенсивных отказов от наработки за весь период эксплуатации машины (детали).

Средняя наработка до отказа. Основное уравнение теории надежности.

Определение основных характеристик надежности машины, состоящей из сборочных единиц и деталей.

#### ***Вопросы для самоконтроля***

- 1. Что такое надежность деталей и машин?*
- 2. Что такое долговечность деталей и машин?*

### **3.1.6. Критерии работоспособности и расчета деталей машин**

Прочность, жесткость, износостойкость, виброустойчивость и теплоустойчивость. Проектные и проверочные расчеты деталей машин.

#### ***3.1.6.1. Прочность деталей машин и методы ее оценки***

Классификация и сравнительный анализ методов оценки прочности деталей машин: по допускаемым напряжениям, по запасам прочности (коэффициентам запаса прочности), по вероятности неразрушения. Рекомендации по применению рассмотренных методов при расчетах и проектировании деталей машин. Общие требования к прочности деталей машин и способы ее повышения (увеличение прочности материала, применение упрочняющих технологий, конструкционная прочность).

#### ***3.1.6.2. Жесткость деталей машин и методы ее оценки***

Основные понятия. Методы оценки жесткости деталей машин. Удлинение (укорочение), прогибы, углы поворота, углы закручивания деталей и действующие нормы на них.

Общие требования к жесткости деталей машин и способы ее повышения (конструктивная жесткость, жесткость материала, повышение жесткости технологическими и комбинированными методами).

Особенности расчетов деталей на жесткость.

#### ***3.1.6.3. Трение, износ и износостойчивость***

Основные понятия. Виды трения и изнашивания деталей. Сухое, граничное, жидкостное и газовое трение.

Понятие об износоустойчивом повреждении; трибофатика. Методы оценки износа деталей и современные способы борьбы с изнашиванием. Понятие о расчете деталей на износостойчивость.

#### ***3.1.6.4. Колебания в машинах и виброустойчивость***

Основные понятия. Причины колебаний машин и их деталей: динамические нагрузки. Собственные и вынужденные колебания. Понятия о резонансе и о расчете упругих систем на колебания. Виброустойчивость. Способы предотвращения резонанса (понятие о критической угловой скорости вала), демпфирующие устройства для гашения колебаний. Понятия о виброактивности и виброзащите машин.

#### ***3.1.6.5. Влияние температуры на работоспособность деталей машин***

Основные понятия. Классификация деталей машин в зависимости от температурных условий работы. Изменение физико-механических свойств конструкционных материалов при низких (отрицательных) и повышенных температурах. Морозо- и теплоустойчивость материалов и конструкций, технологические и конструктивные способы ее повышения.

Особенности расчетов деталей, работающих при пониженных и повышенных температурах.

§2.1. стр. 29 – 33 [6]

### ***Вопросы для самоконтроля***

- 1. Что такое прочность деталей машин?*
- 2. Каковы требования к прочности деталей машин и способы ее повышения?*
- 3. В чём суть расчёта на прочность?*
- 4. Каковы методы оценки жесткости деталей машин?*
- 5. Каковы требования к жесткости деталей машин и способы ее повышения?*
- 6. Каковы методы оценки износа деталей и современные способы борьбы с изнашиванием?*
- 7. Причины колебаний машин и их деталей*
- 8. Как классифицируются детали машин в зависимости от температурных условий работы?*
- 9. Каковы особенности расчетов деталей, работающих при пониженных и повышенных температурах*

### **3.1.7. Точность изготовления деталей: общие сведения о шероховатости, допусках и посадках деталей машин**

Основные понятия о взаимозаменяемости и стандартизации деталей машин: шероховатость поверхности, качества точности, допуски и посадки, назначение посадок. Точность геометрической формы деталей.

§2.5. стр. 42 – 44 [6]

### **3.1.8. Выбор материалов деталей машин**

Классификация машиностроительных материалов; черные и цветные металлы и их сплавы; пластмассы; композиционные и другие новые материалы. Упрочняющая обработка деталей (термическая, химико-термическая, поверхностное пластическое деформирование, комбинированные методы). Общие критерии выбора материалов и назначение упрочняющей обработки при проектировании деталей машин.

§2.4. стр. 38 – 42 [6]

### ***Вопросы для самоконтроля***

- 1. Какие факторы следует учитывать при выборе материала детали?*

### ***3.2. Механические передачи***

#### **3.2.1. Общие сведения о механических передачах и их классификация**

Классификация и сравнительная характеристика механических передач. Назначение передач по принципу действия и по принципу передачи движения от ведущего звена к ведомому. Основные кинематические и силовые соотношения в передачах.

Механический привод машины, кинематические схемы механических приводов. Выбор электродвигателя, кинематический и силовой расчет привода.

§§6. 1. - 6.2. стр. 104 – 110 [6]

**Вопросы для самоконтроля**

1. *Какие функции в машинах могут выполнять передачи?*
2. *По каким признакам классифицируются передачи?*
3. *Написать и пояснить расчетные формулы основных и производных параметров передач.*
4. *В каком соотношении находятся моменты ведомого и ведущего валов передачи?*

**3.2.2. Фрикционные передачи**

Общие сведения о фрикционных передачах: принцип работы и устройство, классификация фрикционных передач, достоинства и недостатки, область применения. Фрикционные передачи с нерегулируемым (постоянным) передаточным отношением. Цилиндрическая передача гладкими катками и условие работоспособности (определение требуемой силы прижатия катков), способы прижатия катков. Материалы катков.

Виды разрушений рабочих поверхностей катков. Критерии работоспособности и расчет передач на прочность. Вариаторы (передачи с плавным бесступенчатым регулированием передаточного отношения), их кинематические схемы и область применения. Диапазон регулирования вариаторов.

§§7.1. - 7.3. стр. 110 – 117 [6]

**Вопросы для самоконтроля**

1. *К каким передачам относятся фрикционные передачи?*
2. *Какое условие необходимо соблюдать для обеспечения работы фрикционной передачи? Дать анализ этого условия.*
3. *Какой из катков целесообразно делать нажимным (подвижным)?*
4. *По каким признакам классифицируются фрикционные передачи? Достоинства, недостатки и область применения этих передач.*

**3.2.3. Зубчатые передачи**

Общие сведения о зубчатых передачах: принцип работы, достоинства и недостатки, область применения. Классификация зубчатых передач. Основы теории зубчатого эвольвентного зацепления, теорема зацепления. Зацепление двух эвольвентных колес: основные геометрические характеристики эвольвентного зацепления.

Зацепление эвольвентного зубчатого колеса с рейкой. Принцип нарезания зубьев методом обкатки. Делительная окружность. Исходный контур зубчатой рейки. Методы изготовления зубчатых колес. Точность зубчатых передач. Подрезание зубьев. Основные понятия о зубчатых колесах со смещением (корригирование зубьев колес).

Основные геометрические и кинематические соотношения цилиндрических (прямозубых, косозубых, шевронных) и конических (прямозубых и непрямозубых) передач.

Виды разрушения зубьев. Критерии работоспособности и расчета зубчатых передач. Материалы зубчатых колес и допускаемые напряжения (учет нагрузочного режима, требуемого ресурса). Упрочнение зубьев колес. Расчет зубчатых передач на прочность. Выбор точности зубчатых передач. Расчет зубчатых передач на контактную выносливость (усталостную прочность) активных поверхностей зубьев колес. Формулы проверочного и проектного расчетов. Особенности расчета конических передач. Выбор основных параметров и расчетных коэффициентов.

Расчет зубчатых передач на изгибную выносливость (сопротивление усталости зубьев колес при изгибе). Формулы проверочного и проектного расчетов. Особенности расчета конических передач. Выбор основных параметров и расчетных коэффициентов. Конструкции зубчатых колес.

§§9.1. - 9.14. стр. 149 – 218 [6]

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. По каким признакам классифицируются зубчатые передачи? Дайте сравнительную оценку каждому типу передач.
2. Перечислите и дайте определения основных параметров зубчатой пары колес.
3. Какие существуют методы получения зубьев и в чем их отличие?
4. По каким критериям работоспособности ведется расчет зубчатых передач? В чем разница расчета открытых и закрытых зубчатых передач?
5. В каком месте зуба цилиндрической передачи наибольшие контактные напряжения?
6. В чем состоит условие равнопрочность зубьев шестерни и колеса, как оно обеспечивается при проектировании передач?
7. Как влияет на работу, зубчатой передачи и ее габариты изменение угла  $\beta$  наклона зубьев?
8. Что представляют собой шевронные зубчатые колеса и какими достоинствами они обладают?
9. Какие недостатки имеет зубчатая коническая передача по сравнению с цилиндрическими?

**Планетарные зубчатые передачи.** Принцип работы и устройство. Достоинства и недостатки, область применения. Классификация планетарных зубчатых передач и схема наиболее распространенных механизмов. Определение передаточных отношений. Геометрия и силы в планетарной передаче. Особенности расчета планетарных передач на прочность и конструирования зубчатых колес.

§9.16. стр. 221 – 226 [6]

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Дайте определение и оценку планетарных передач.

**Волновые зубчатые передачи.** Принцип работы и устройство. Достоинства и недостатки, область применения. Классификация волновых зубчатых передач и

схемы наиболее распространенных механизмов. Конструкции. Геометрические и кинематические соотношения. Передаточное отношение. Нагрузки и напряжения в элементах передачи. Виды повреждений и критерии расчета. Расчет волновых передач на прочность.

§9.17. стр. 226 – 233 [6]

#### ***Вопросы для самоконтроля***

*1. Что из себя представляют волновые зубчатые передачи?*

#### **3.2.4. Передачи винт-гайка**

Общие сведения о передачах винт-гайка: принцип работы, устройство, достоинства и недостатки, область применения. Классификация. Сравнительная характеристика передач с парами скольжения и качения. Геометрия и силы в передачах. Точность передач. Зависимость между моментом, приложенным к гайке, и осевой силой винта. Самоторможение и КПД винтовой пары. Распределение осевой нагрузки винта по виткам резьбы. Решение задач. Материалы и виды разрушения элементов передач. Расчет элементов передач скольжения на износостойкость, прочность и устойчивость.

Понятие о расчете элементов передач с парами качения.

§§10.1. - 10.2. стр. 233 – 239 [6]

#### ***Вопросы для самоконтроля***

*1. Укажите, какие резьбы применяют для грузовых винтов и дайте, их характеристику.*

*2. Что влияет, на величину к. п. д. передачи винт — гайка?*

*3. Исходя из анализа к. п. д. винтовой пары, укажите, от чего зависит самоторможение винтовой пары.*

*4. Почему число витков в гайке не должно превышать десяти?*

*5. Перечислите критерии работоспособности передачи винт — гайка. По какому из них обычно делается, проектный расчет?*

#### **3.2.5. Червячные передачи**

Общие сведения о червячных передачах: принцип работы, устройство, достоинства и недостатки, область применения. Классификация. Червячная передача с архимедовым червяком. Основные геометрические соотношения, передаточное число. Скорость скольжения в червячных передачах. Изготовление червяков и червячных колес и их конструкции.

Силовые соотношения и КПД червячной передачи.

Критерии работоспособности и расчета элементов передачи: требования к износостойкости и жесткости червяка, виды разрушения зубьев червячных колес.

Материалы червяков и червячных колес. Допускаемые напряжения для материалов червячных колес. Расчет зубьев колес на циклическую контактную прочность и на сопротивление усталости при изгибе. Формулы проверочного и проектного расчетов. Выбор основных параметров и расчетных коэффициентов.



Тепловой расчет и способы охлаждения червячных передач.

Расчет червяков на жесткость.

Глобоидные червячные передачи, особенности геометрии и расчета.

§§9.1. - 9.14. стр. 149 – 218 [6]

#### **Вопросы для самоконтроля**

- 1. Что из себя представляют червячные передачи? По каким признакам они классифицируются?*
- 2. Какими параметрами характеризуются червяк? колесо? какие материалы применяются для их изготовления?*
- 3. У какой из двух передач при прочих равных условиях габариты будут меньше: с однозаходным или четырехзаходным червяком?*
- 4. Напишите формулу для к.п.д. червячной передачи. От каких факторов зависит величина  $\eta$ ?*
- 5. По каким критериям работоспособности ведется расчет червячных передач?*
- 6. Какой еще расчет, кроме геометрического и прочностного, обязателен для червячных передач? В чем суть этого расчета?*

#### **3.2.6. Цепные передачи**

Общие сведения о цепных передачах: принцип работы, устройство, достоинства и недостатки, область применения. Классификация. Конструкции деталей цепных передач: приводные цепи, звездочки, натяжные устройства. Применяемые материалы. Сравнительная характеристика передач втулочными, роликовыми и зубчатыми цепями. Основные геометрические соотношения в передачах. Передаточное число.

Силовые соотношения в цепных передачах. Критерии работоспособности. Расчеты цепных передач (проверочный и проектный). Методика подбора стандартных цепей. Смазка цепных передач.

§§13.1. - 13.5. стр. 268 – 281 [6]

#### **Вопросы для самоконтроля**

- 1. Каковы общие и отличительные по сравнению с ременными характеристики цепных передач?*
- 2. По каким основным признакам характеризуются цепные передачи? Дать оценку основным типам приводных цепей.*
- 3. По какой причине в цепной передаче нельзя применять большие скорости движения?*
- 4. Почему в цепных передачах нагрузки на валы, меньше, чем в ременных?*
- 5. Укажите причины, по которым цепные передачи выходят из строя. Что является критерием работоспособности цепных передач?*
- 6. В каких случаях применяют многорядные цепи?*
- 7. На какой ветви цепи устанавливают натяжной рслик или оттяжную звездочку?*
- 8. Изложите последовательность проектного расчета цепной передачи.*

### **3.2.7. Ременные передачи**

Общие сведения о ременных передачах: принцип работы, устройство, достоинства и недостатки, область применения. Классификация. Конструкции деталей ременных передач: приводные ремни, шкивы, натяжные устройства. Применяемые материалы для деталей ременных передач.

Сравнительная характеристика передач плоскими, клиновыми, поликлиновыми и зубчатыми ремнями. Основные геометрические соотношения в передачах. Силовые соотношения в ременных передачах. Напряжения в ветвях ремня. Кинематика передач, скольжение ремня на шкивах. Передаточное отношение. Критерии работоспособности ременных передач. Расчёт ременных передач.

§§8.1. - 8.7. стр. 117 – 149 [6]

#### ***Вопросы для самоконтроля***

- 1. По каким признакам классифицируются ременные передачи?*
- 2. С какой целью один из шкивов (укажите который) плоскоремненной передачи делается выпуклым? В каких случаях и зачем на этих же шкивах выполняют кольцевые канавки?*
- 3. Как влияет увеличение силы предварительного натяжения  $F_0$  на срок службы передачи?*
- 4. Какие напряжения испытывает работающий ремень?*
- 5. Почему для клиновых ремней требуется меньшее по сравнению с плоскоремненными предварительное натяжение  $F_0$ ? Как распределены в плоско- и клиноременной передачах  $\sigma_0$ ?*
- 6. По каким, критериям работоспособности ведется расчет ременных передач?*
- 7. Что понимают под долговечностью ремня? К чему сводится расчет передачи на долговечность?*
- 8. Дать сравнительную характеристику основным видам ременных передач.*

### **3.3. Несущие, поддерживающие, корпусные и упругие детали**

#### **3.3.1. Оси и валы**

Оси и валы, их назначение и классификация. Конструктивные элементы. Материалы осей и валов. Критерии работоспособности и расчет валов и осей на статическую и усталостную прочность. Проектный и проверочный расчеты валов. Проектный и проверочный расчеты осей. Конструирование осей и валов, рациональные конструкции.

§§14.1. - 14.3. стр. 281 – 296 [6]

#### ***Вопросы для самоконтроля***

- 1. В чем разница между осью и валом? По каким признакам классифицируются оси, валы?*
- 2. Где вал и где ось в цепной передаче велосипеда, в ременной передаче привода с натяжным роликом в планетарном редукторе?*
- 3. Выполните эскиз конструкции вала и укажите из каких частей он состоит.*

4. *Какая из двух осей (подвижная или неподвижная) при прочих равных условиях будет долговечней?*
5. *Перечислите критерии работоспособности и расчета осей и валов.*
6. *Каковы этапы полного расчета валов, что определяется на каждом из этих этапов?*
7. *Каково назначение эскизной компоновки редуктора в схеме расчета вала?*
8. *Приведите формулы для расчета валов?*

### **3.3.2. Опоры осей и валов (подшипники)**

Общие сведения. Назначение, принцип и условия работы, классификация опор осей и валов. Подшипники скольжения и качения.

#### **3.3.2.1. Подшипники скольжения**

Подшипники скольжения: устройство, достоинства и недостатки; классификация, основные типы и область применения. Виды трения и режимы работы подшипников скольжения. Материалы и смазка.

Виды разрушения и основные критерии работоспособности. Нагрузочная способность, расчет на износостойкость и теплостойкость. Подшипники скольжения, работающие без смазки и в режиме смешанного трения.

§§15.1. - 15.5. стр. 296 – 308 [6]

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. *Назначение подшипников, их классификация. Дайте сравнительную оценку подшипников по виду трения.*
2. *Какие требования предъявляются к вкладышам подшипников скольжения? Из каких материалов выполняют вкладыши?*
3. *От чего зависит долговечность работы подшипников скольжения и какие меры для ее увеличения принимают?*

#### **3.3.2.2. Подшипники качения**

Подшипники качения: устройство, достоинства и недостатки, сравнительная характеристика подшипников скольжения и качения. Классификация и маркировка подшипников качения. Основные типы подшипников качения и области их применения. Особенности работы радиально-упорных и шарико- и роликоподшипников. Статическая и динамическая грузоподъемность и подбор подшипников качения. Расчет подшипников качения на долговечность. Монтаж, демонтаж и регулировка подшипников качения.

§§16.1. - 16.7. стр. 308 – 329 [6]

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. *Описать устройство подшипников качения, дать их классификацию.*
2. *Дать характеристику основным типам подшипников качения.*
3. *В каких случаях применяются шариковые и в каких роликовые подшипники?*
4. *Какие виды разрушений характерны для подшипников качения?*
5. *Изложите методику подбора подшипников качения по динамической грузоподъемности.*

### **3.3.2.3. Корпусные детали, направляющие, устройства для смазывания и уплотнения**

Корпусные детали: назначение, классификация, области применения. Конструкции корпусов и требования к ним. Способы изготовления и материалы. Основные геометрические параметры для литых и сварных (штампосварных) корпусов и их выбор при конструировании.

Направляющие скольжения и качения: назначение, типы, конструкции, классификация, области применения. Понятие о расчетах несущей способности. Общие сведения о гидро- и газостатических направляющих.

Уплотнение: назначение, классификация (типы, конструкции), области применения.

Устройства для смазывания: назначение, классификация (типы, конструкции), области применения.

Смазочные материалы, их классификация и выбор. Конструкции смазочных и уплотнительных узлов. Типовые конструкции узлов для подачи, контроля, очистки и охлаждения масла.

§16.8. стр. 329 – 333 [6]

#### ***Вопросы для самоконтроля***

- 1. Назовите назначение, классификацию и область применения корпусных деталей.*
- 2. Назовите назначение, классификацию и области применения уплотнений.*
- 3. Какие конструкции смазочных и уплотнительных узлов вы знаете?*

### **3.4. Соединения деталей машин**

Назначение и общая классификация соединений деталей и сборочных единиц машин. Неразъемные и разъемные соединения. Сравнительная характеристика, достоинства, недостатки и области применения различных классов соединений.

#### **3.4.1. Сварные и клеевые соединения**

Сварные соединения: классификация по расположению свариваемых элементов и типам сварных швов. Конструктивные варианты сварных соединений. Расчет сварных соединений на срез при постоянной нагрузке. Допускаемые напряжения для сварных соединений. Понятия о расчете сварных соединений при переменном нагружении.

Клеевые соединения. Виды соединений. Процесс склеивания. Клеевые материалы. Особенности расчета.

§§3.1. - 3.2. стр. 45 – 55 [6]

#### **3.4.2. Штифтовые, шпоночные, шлицевые и профильные соединения**

Штифтовые соединения: конструкции соединений и штифтов. Применяемые материалы. Особенности расчета штифтов. Материалы и допускаемые напряжения.

Шпоночные соединения. Основные типы стандартных шпонок, их классификация и сравнительная характеристика соответствующих соединений.

Расчет соединений призматическими и сегментными шпонками. Материалы и допускаемые напряжения.

Шлицевые соединения. Классификация по характеру соединения, по форме зубьев, по способу центрирования ступицы относительно вала. Соединения с прямобочными и эвольвентными зубьями и их сравнительная характеристика. Расчет шлицевых прямобочных соединений. Материалы и допускаемые напряжения.

Профильные соединения. Конструкции. Несущая способность. Особенности расчета профильных соединений. Материалы и допускаемые напряжения.

§§5.1. - 5.2. стр. 94 – 104 [6]

### **3.4.3. Резьбовые соединения**

Общие сведения о резьбовых соединениях. Основные типы резьб, их классификация; обоснование выбора профиля резьбы. Геометрические параметры, характеризующие резьбу. Основные типы крепежных деталей и способы стопорения резьбовых соединений.

Материалы резьбовых деталей, классы прочности резьб. Способы изготовления резьбы. Допускаемые напряжения при контролируемой и неконтролируемой затяжках.

Расчет на прочность стержня винта (болта, шпильки) при постоянной осевой нагрузке. Основные расчетные случаи: затянутый болт без внешней осевой нагрузки; затянутый болт с дополнительной осевой силой; болт нагружен поперечной силой (2 случая - болт поставлен с зазором и без зазора).

Распределение нагрузки по виткам резьбы. Понятие о расчетах витков резьбы на прочность. Способы повышения прочности и надежности резьбовых соединений (конструктивные и технологические).

§§4.1. - 4.6. стр. 65 – 94 [6]

### **3.4.4. Соединения с натягом**

Общие сведения. Цилиндрические и конические соединения с натягом, конструкции соединений. Способы сборки. Достоинства и недостатки, область применения. Расчет соединений с натягом в зависимости от передаваемых нагрузок. Выбор стандартной посадки. Проверка прочности деталей соединения. Проблема повышения сопротивления усталости соединений с натягом.

§3.3. стр. 55 – 65 [6]

#### ***Вопросы для самоконтроля***

- 1. Дайте классификацию основных типов соединений.*
- 2. Изложите последовательность проектного расчета прочных заклёпочных швов.*
- 3. Назовите основные способы сварки, изобразите характерные типы сварных швов.*
- 4. Напишите условия прочности при расчете сварных соединений встык и внахлестку.*

5. *Дайте оценку и укажите область применения клеевых соединений.*
6. *Перечислите основные типы резьб и назовите их основные параметры.*
7. *Дайте сравнительную оценку болтовых соединений, у которых болты установлены в отверстия из-под развертки и с зазором.*
8. *У какой из двух резьб (прямоугольной и треугольной) к. п. д. выше и почему?*
9. *Перечислите конструктивные разновидности шпоночных и шлицевых соединений, дайте оценку каждому из видов.*

### **3.4.5. Муфты**

Муфты: назначение и классификация. Устройство и принцип действия основных типов муфт, их сравнительная характеристика. Методика подбора стандартных муфт по типу и по расчетному моменту.

§§17.1. - 17.3. стр. 335 – 349 [6]

#### ***Вопросы для самоконтроля***

1. *Дать определение муфтам. Какие функции они выполняют?*
2. *Какие различают группы муфт по принципу действия и характеру работы?*
3. *Что из себя представляют шарнирные муфты? Каковы их достоинства и недостатки?*
4. *Дайте сравнительную оценку упругой постоянной муфты.*
5. *В каких случаях применяются сцепные муфты? По каким признакам они классифицируются?*

### **3.5. Редукторы и мотор-редукторы**

Общие сведения о редукторах и мотор-редукторах. Назначение, устройство, классификация, конструкции. Основные параметры редукторов. Мотор-редукторы. Методика выбора редукторов и мотор-редукторов в зависимости от нагрузки. Основные принципы проектирования редукторов и мотор-редукторов.

§§12.1. - 12.3. стр. 261 – 268 [6]

***Лабораторная работа № 4*** Изучение конструкции зубчатого редуктора и определение параметров зацепления.

#### ***Вопросы для самоконтроля***

1. *Что называется редуктором?*
2. *По каким признакам классифицируются редукторы?*
3. *Что называется мотор-редуктором?*

### **3.6. Основы проектирования и конструирования деталей машин**

#### **3.6.1. Общие принципы проектирования и конструирования деталей машин**

Стадии и формы организации проектирования машин и их деталей. Основы конструирования: принципы и методика конструирования. Влияние масштаба производства на методы формообразования деталей.

#### **3.6.2. Понятия о численных методах расчета деталей машин**

Численные методы анализа прочности и жесткости сложных сборочных единиц и деталей машин при простом и сложном напряженном состоянии. Понятия о

методах конечных разностей, ортогонализации, минимума полной энергии, конечных элементов, их краткая сравнительная характеристика и рекомендации по использованию.

### **3.6.3. Понятия о вероятностных методах расчета и прогнозировании надежности деталей машин**

Размеры деталей, свойства материалов, точность изготовления, нагруженность машин и деталей как случайные варьирующие величины.

Связь между вероятностью неразрушения детали и запасом ее прочности.

Вероятностные диаграммы усталости. Понятие о расчете ресурса (расчете на долговечность) деталей в вероятностном аспекте.

### **3.6.4. Понятия об оптимальном проектировании деталей машин**

Основные задачи и проблемы оптимального проектирования деталей машин (ОПДМ), его содержание.

Понятия о математических моделях оптимального проектирования, одно- и многокритериальных задачах оптимизации конструкций.

### **3.6.5. Понятия об автоматизированном проектировании деталей машин**

Общие сведения об автоматизированном проектировании. Многовариантность расчетов.

Принципы построения системы автоматизированного проектирования (САПР).

#### ***Вопросы для самоконтроля***

*1. Назовите общие принципы проектирования и конструирования деталей машин?*

#### 4. ЗАДАНИЯ ДЛЯ ДОМАШНИХ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ

Выполнению контрольных работ должно предшествовать изучение теоретического материала. Каждый учащийся должен выполнить две контрольные работ.

Контрольная работа №1 состоит из 8-ми задач по разделам «Теоретическая механика» и «Сопротивление материалов». Вариант задания определяется по последней цифре шифра (номера личного дела) учащегося. Номер схемы к задаче соответствует номеру варианта.

Контрольная работа №2 состоит из 4-х задач по разделу «Детали машин». Вариант задания определяется по двум последним цифрам шифра (номера личного дела) учащегося. Номер схемы к задаче соответствует номеру варианта.

Контрольная работа выполняется в отдельной ученической тетради в клетку, либо на листах писчей бумаги формата А4 (297 мм x 210 мм).

На обложке тетради (на титульном листе) разборчиво пишется: наименование учебного заведения, дисциплины, номер варианта, фамилия, имя, отчество учащегося, шифр и учебная группа.

На первой странице пишется номер задачи. Каждую задачу начинают с новой страницы, между строками оставляют интервал в одну клеточку. После решения всех задач контрольной работы, учащийся должен указать, какими книгами он пользовался при изучении предмета и выполнении контрольной работы. Следует указать фамилию автора, полное наименование книги и год ее издания.

В конце контрольной работы учащийся ставит свою подпись и дату. Страницы контрольной работы должны быть пронумерованы. Для замечаний преподавателя на страницах оставляют поля шириной 20 мм, а в конце работы - две-три страницы для рецензии.

Текстовую часть задачи выполняют темными чернилами разборчивым почерком, рисунки выполняют карандашом с соблюдением правил черчения. Обозначение величин в тексте и на рисунке должны соответствовать друг другу.

Должны быть выделены в отдельную строку и подчеркнуты заголовки: «Номер задачи», «Дано», «Определить», «Решение», «Ответ».

Текст условия переписывается полностью. Решение задачи делится на пункты. Каждый пункт должен иметь заголовок и порядковый номер. Пояснения к решению должны быть краткими.

На каждую контрольную работу заочник получает рецензию преподавателя колледжа. Студент-заочник должен внимательно ознакомиться с рецензией на его работу и при наличии замечаний выполнить работу над ошибками.

Не засчитывается и возвращается учащемуся на доработку с подробной рецензией, как правило, контрольная работа, если имеются грубые ошибки в решении задач, практических заданий, выполнении графического задания и т.д. Доработанный вариант не зачтенной контрольной работы представляется на рецензирование вместе с прежним вариантом, при



этом правильно выполненная часть задания не переписывается.

Контрольные работы, выполненные не в полном объеме, не по своему варианту, без рисунков, неразборчиво, без доведения решения до числового ответа к рецензированию не допускаются.

Не зачтенная работа выполняется заново ( старая тетрадь вкладывается в новую) и высылается в колледж для повторного рецензирования.

Зачтенные контрольные работы являются необходимым условием допуска к экзамену.

Рецензия контрольной работы должна осуществляться в течение семи дней с момента ее регистрации на заочном отделении, после чего заочник может требовать ее немедленной оценки.

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1

Выбор варианта производится по шифру учащегося: последняя цифра соответствует номеру варианта.

Числовые данные для решения задач выбираются из таблицы в зависимости от номера варианта. Номер схемы для решения задачи, соответствует номеру варианта.

### Задача 1

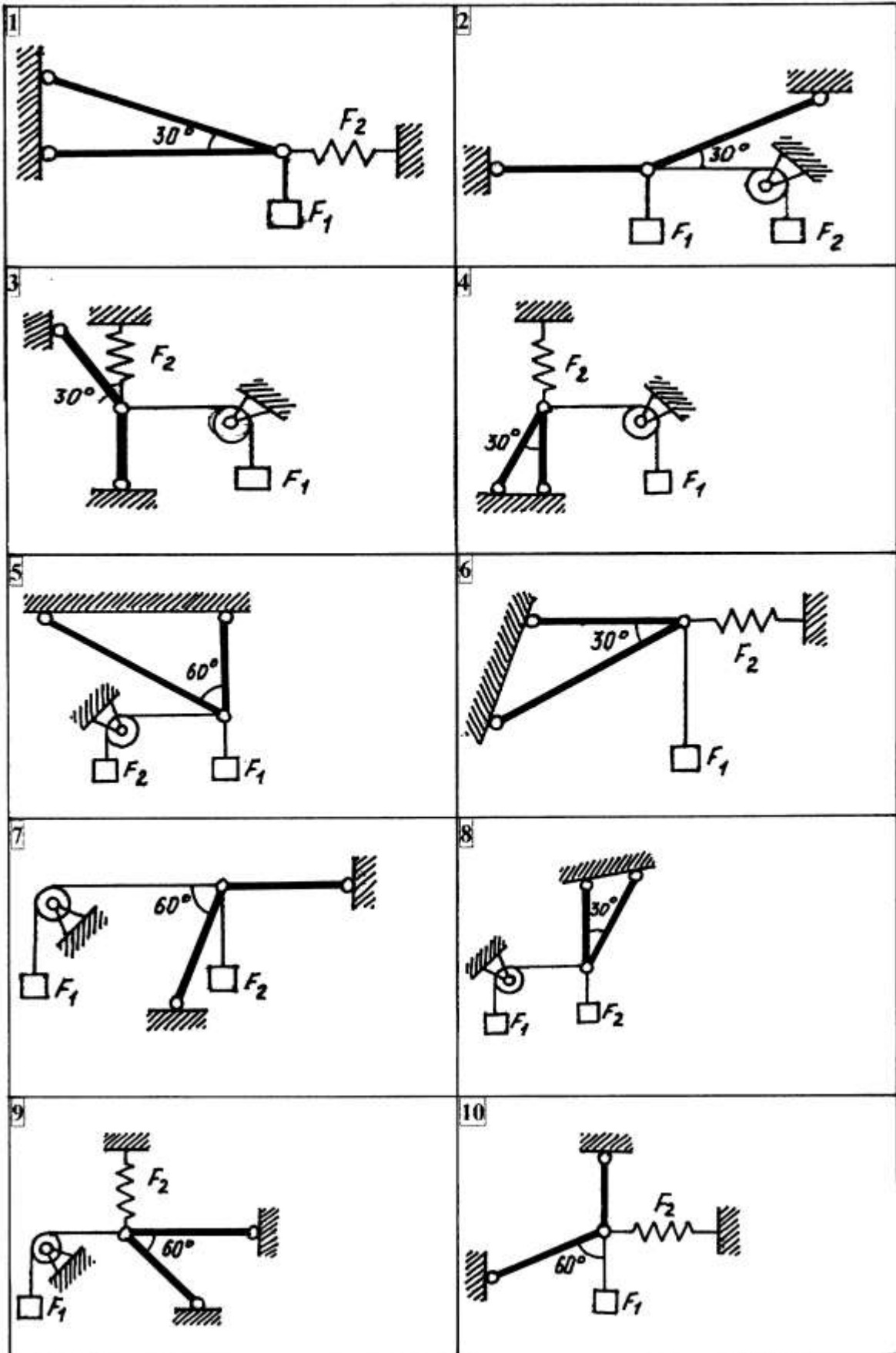
**Определить силы, нагружающие стержни кронштейна. Кронштейн удерживает в равновесии грузы  $F_1$  и  $F_2$  или груз  $F_1$  и растянутую пружину, сила упругости которой  $F_2$ . Весом частей конструкции и трением в блоке пренебречь.**

Числовые данные для решения выбрать из таблицы 1, схемы к задаче на рисунке 1.

Таблица 1

Числовые данные для задачи №1

№ Варианта	$F_1$ , кН	$F_2$ , кН
1	10	5
2	8	9
3	5	4
4	12	12
5	6	10
6	9	11
7	10	13
8	13	14
9	11	18
10	21	17



## Задача 2

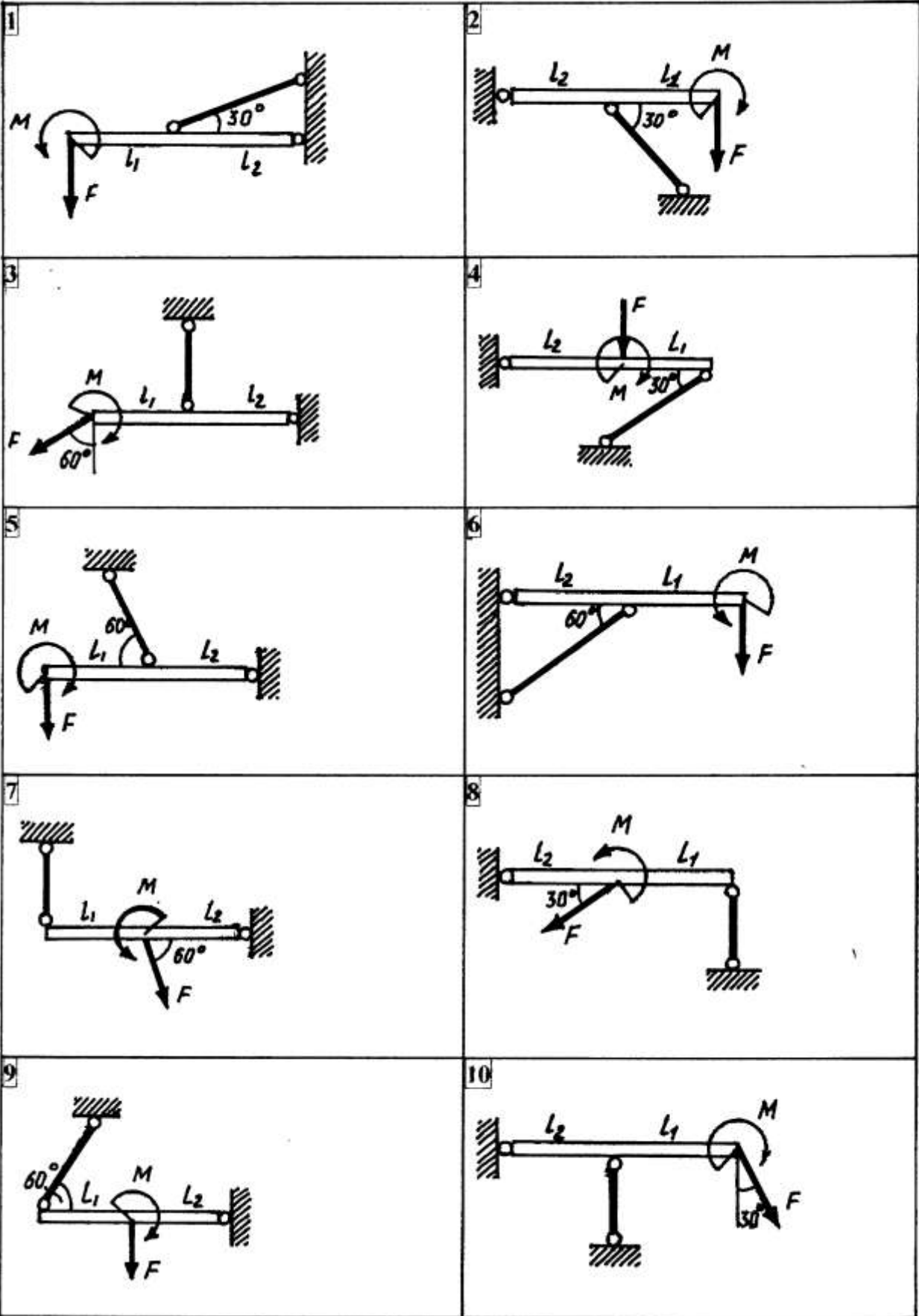
Горизонтальная балка, нагруженная силой  $F$  и парой с моментом  $M$ , удерживается в равновесии шарнирно неподвижной опорой и стержнем. Определить реакции опорного шарнира и силу, нагружающую стержень. Весом балки пренебречь.

Числовые данные для решения выбрать из таблицы 2, схемы к задаче на рисунке 2.

Таблица 2

Числовые данные для задачи №2

№ Варианта	$F$ , кН	$M$ , кН·м	$L_1$ , м	$L_2$ , м
1	12	10	0,6	0,8
2	18	21	0,5	0,6
3	14	4	0,8	1,4
4	8	5	1,1	1,4
5	8	8	1,2	1,2
6	20	15	0,3	0,6
7	16	10	0,9	0,8
8	12	11	0,5	1,2
9	20	25	0,6	0,6
10	6	9	0,7	0,8



### Задача 3

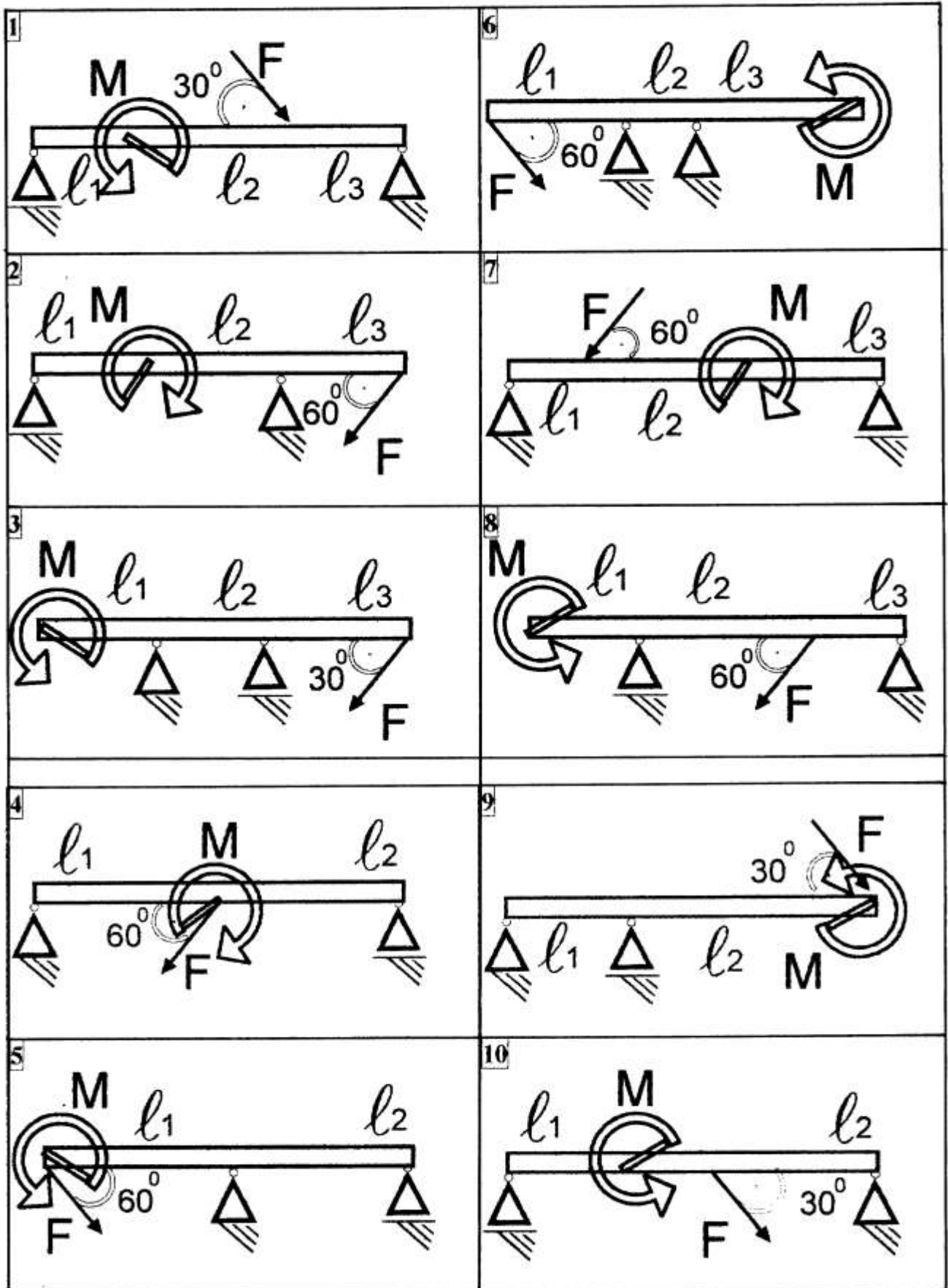
**Определить реакции шарнирно-подвижной и шарнирно-неподвижной опор балки, нагруженной силой  $F$  и парой с моментом  $M$ . Весом балки пренебречь.**

Числовые данные для решения выбрать из таблицы 3, схемы к задаче на рисунке 3.

Таблица 3

Числовые данные для задачи №3

№ Варианта	$F$ , кН	$M$ , кН·м	$L_1$ , м	$L_2$ , м	$L_3$ , м
1	17	11	1,5	0,8	0,3
2	19	13	0,9	0,6	0,8
3	11	9	0,9	1,4	1,2
4	13	5	1,1	1,4	-
5	21	5	1,3	1,2	-
6	31	13	0,7	0,6	0,4
7	7	11	1,1	0,8	0,4
8	13	9	0,9	1,2	0,6
9	13	3	0,7	0,8	-
10	15	3	0,8	0,8	-



## Задача 4

Для заданного сечения, состоящего из 2-х прокатных профилей (двутавров, швеллеров или равнополочных уголков) и полосы, определить положение центра тяжести.

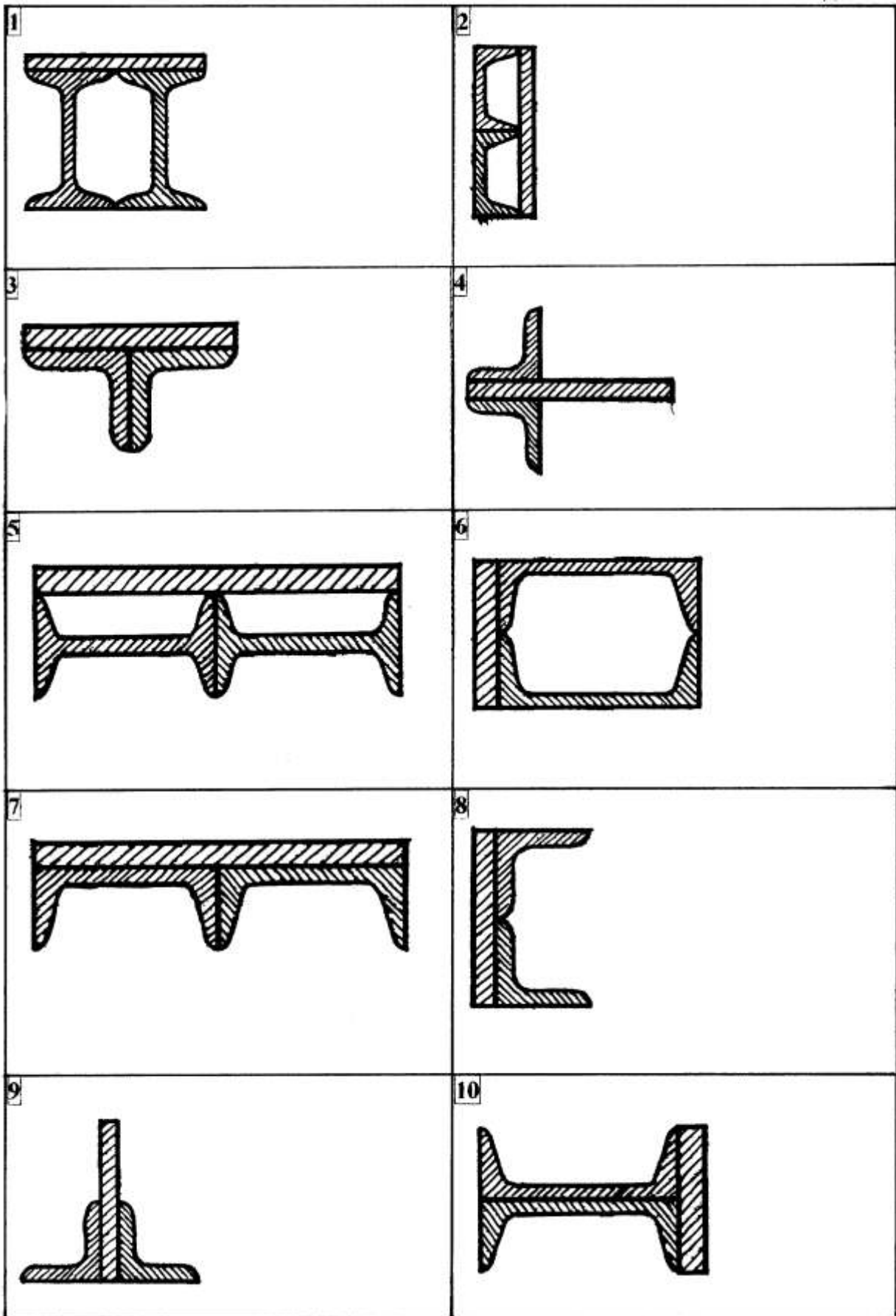
Числовые данные для решения выбрать из таблицы 4, схемы к задаче на рисунке 4.

Таблица 4

Числовые данные для задачи №4

№ Варианта	№ Профиля	Сечение полосы, мм
1	10	14 x 110
2	12	14 x 240
3	4	10 x 80
4	8	14 x 100
5	14	20 x 280
6	18	20 x 140
7	8	14 x 160
8	14	10 x 280
9	10	14 x 200
10	24	16 x 180





## Задача 5

Вертикальное перемещение груза массой  $m$  осуществляется лебёдкой, состоящей из электродвигателя, редуктора (на рисунке не показаны) и барабана диаметром  $d$ . Общий КПД привода  $\eta$ . Задано уравнение движения груза  $S = f(t)$  или вращения барабана  $\varphi = f(t)$ , где  $S$  - в метрах  $\varphi$  - радианах и  $t$  - в секундах. Определить мощность  $P_{\text{дв}}$ , потребляемую электродвигателем в момент времени  $t_1$ . Массой барабана пренебречь.

При решении принять  $g=10\text{м/с}$ .

Числовые данные для решения выбрать из таблицы 5, схемы к задаче на рисунке 5.

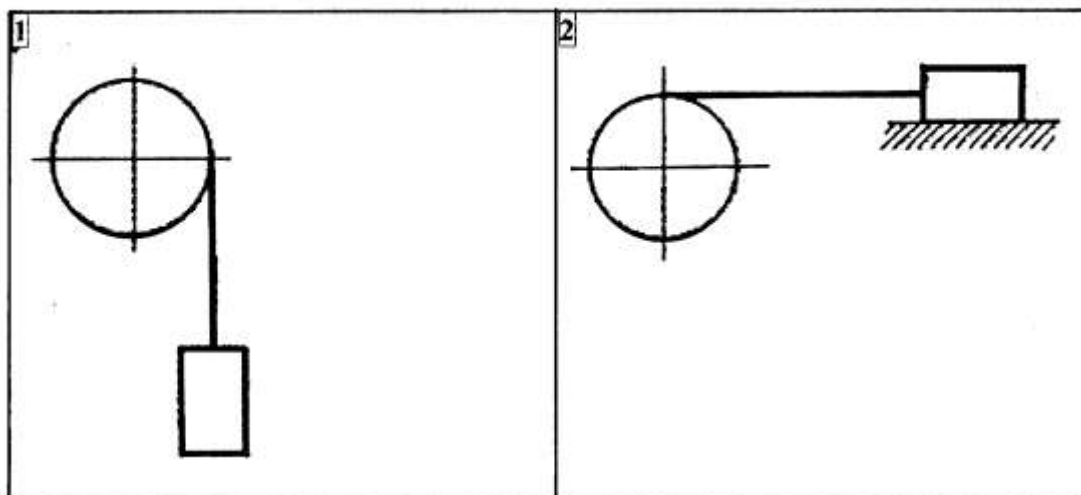
Схему №1 использовать для нечётных вариантов, схему №2 для чётных вариантов.

Таблица 5

Числовые данные для задачи №5

№ Варианта	Уравнение движения	Направление движения	$f$	$\eta$	$d$ , мм	$m$ , кг	$t_1$ , с
1	$\varphi = 15 + 5t^2$	Вверх	-	0,75	0,3	550	3
2	$S = 5t + 0.7t^2$	Влево	0,2	0,9	-	380	2
3	$\varphi = 35t - 3t^2$	Вниз	-	0,75	0,3	220	1
4	$S = 7t - 0.9t^2$	Влево	0,2	0,9	-	450	3
5	$\varphi = 15t + 7t^2$	Вверх	-	0,75	0,3	500	3
6	$S = 3t + 1.5t^2$	Влево	0,2	0,9	-	300	2
7	$\varphi = 29t - 5t^2$	Вниз	-	0,75	0,3	300	4
8	$S = 9t + 1.1t^2$	Влево	0,2	0,9	-	420	1
9	$\varphi = 19t + 3t^2$	Вверх	-	0,75	0,3	560	5
10	$S = 2t + 0.8t^2$	Влево	0,2	0,9	-	380	3

СХЕМЫ К ЗАДАЧЕ №5



### Задача 6 (Для вариантов 1 – 5)

Для заданного бруса построить эпюру продольных сил и подобрать размеры квадратного сечения на каждом из двух участков. Ответить на вопрос: во сколько раз большую нагрузку, на брус, можно допустить при увеличении размера сечения стержня в 2 раза? Во сколько раз возрастут затраты материала? Определить также изменения длины бруса. Для материала бруса (сталь Ст3) принять  $[\sigma_p]=160\text{Н/мм}^2$ ,  $[\sigma_c]=120\text{Н/мм}^2$  и модуль продольной упругости  $E=2\cdot 10^5\text{ Н/мм}$ .

### Задача 6 (Для вариантов 6 – 10)

Для стержня, удерживающего в равновесии горизонтальную балку, подобрать размер круглого сечения. Ответить на вопрос: во сколько раз большую нагрузку, на балку, можно допустить при увеличении размера сечения стержня в 2 раза? Во сколько раз при этом возрастут затраты материала? Определить также изменения длины стержня. Для материала стержня (сталь Ст3) принять  $[\sigma_p]=160\text{Н/мм}^2$ ,  $[\sigma_c]=120\text{Н/мм}^2$  и модуль продольной упругости  $E=2\cdot 10^5\text{ Н/мм}$ .

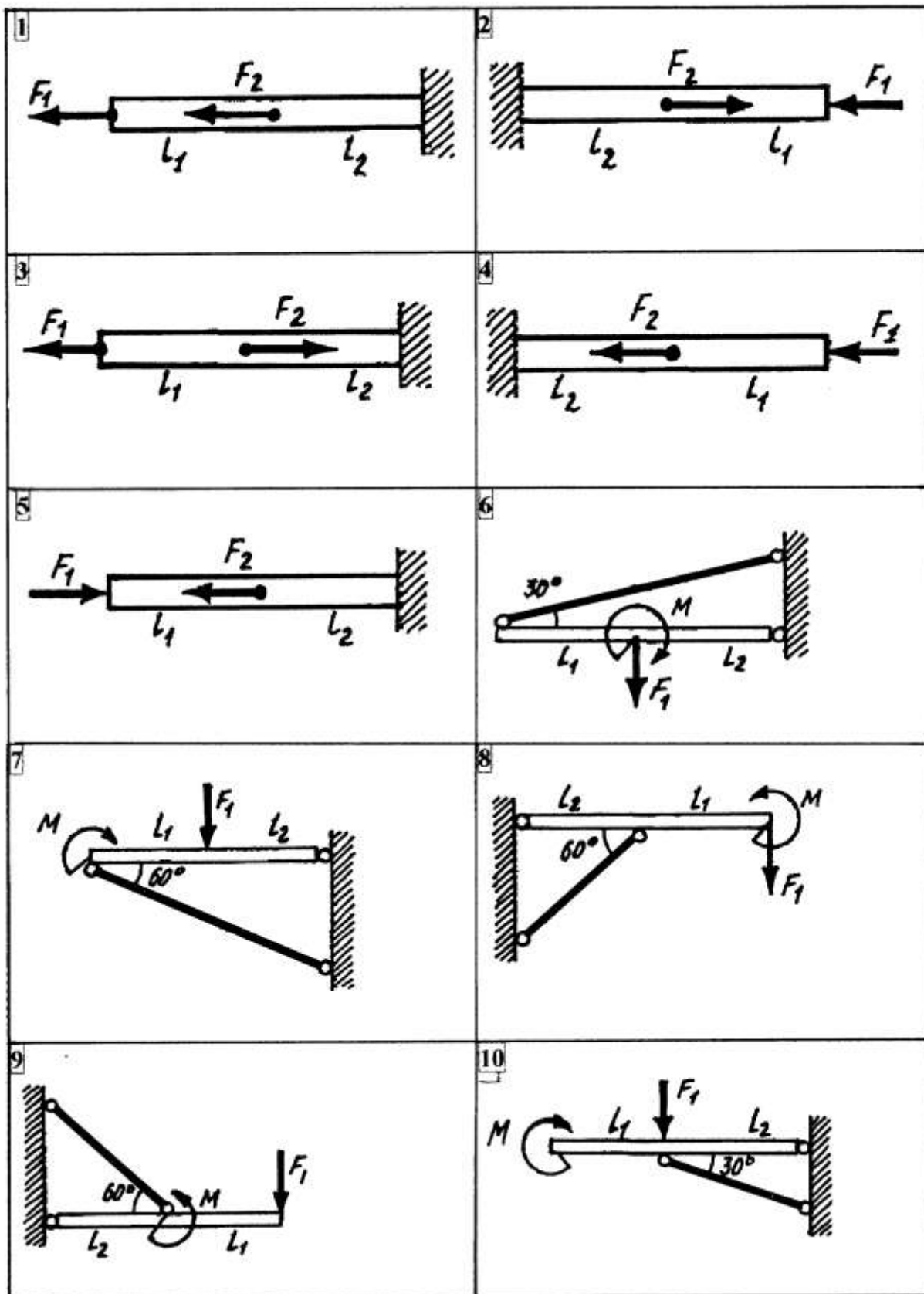
Числовые данные для решения выбрать из таблицы 6, схемы к задаче на рисунке 6.

Таблица 6

Числовые данные для задачи №6

№ Варианта	$F_1, \text{ кН}$	$F_2, \text{ кН}$	$M, \text{ кН}\cdot\text{м}$	$L_1, \text{ м}$	$L_2, \text{ м}$
1	2	8	-	0,6	0,6
2	5	10	-	0,6	0,5
3	12	12	-	0,4	0,4
4	4	2	-	0,4	0,2
5	9	4	-	0,6	0,3
6	7	-	22	0,4	0,9
7	8	-	18	0,4	0,8
8	10	-	2	0,2	0,7
9	5	-	4	0,8	0,5
10	3	-	16	0,2	0,4

СХЕМЫ К ЗАДАЧЕ №6



## Задача 7

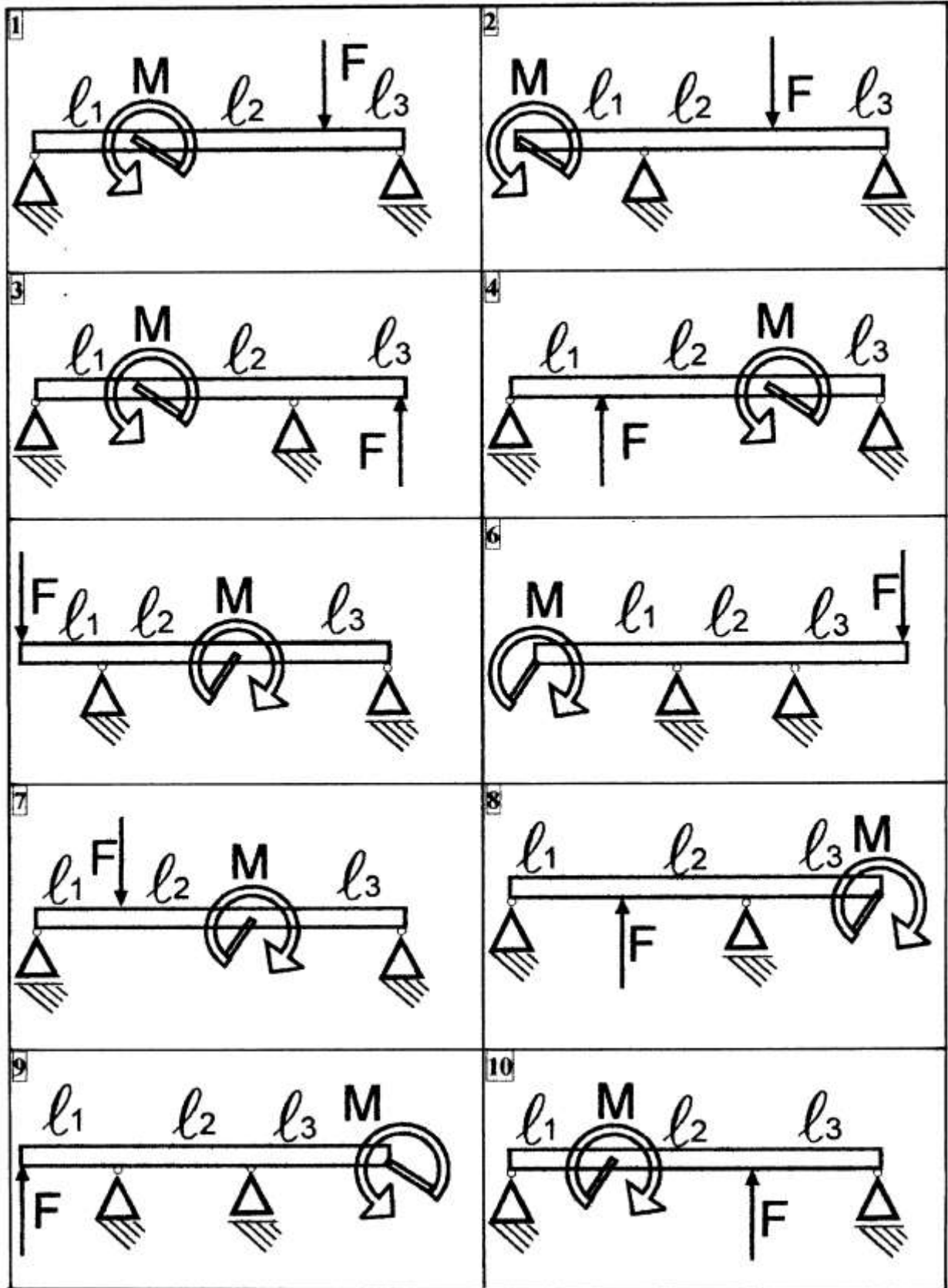
Для заданной балки построить эпюру изгибающих моментов и подобрать размер сечения в двух вариантах: а) двутавр; б) прямоугольник с заданным соотношением высоты и ширины. Сравнить массы балок по обоим вариантам. Во сколько раз большую нагрузку можно допустить при увеличении размеров прямоугольного сечения в 2 раза? Во сколько раз возрастут при этом затраты материала? Для материала балки (сталь Ст3) принять  $[\sigma] = 160 \text{ Н / мм}^2$

Числовые данные для решения выбрать из таблицы 7, схемы к задаче на рисунке 7.

Таблица 7

Числовые данные для задачи №7

№ Варианта	F, кН	M, кН·м	L <sub>1</sub> , м	L <sub>2</sub> , м	L <sub>3</sub> , м	h/b
1	13	10	0,3	0,5	0,7	2
2	25	25	0,3	0,7	0,5	2
3	15	5	0,7	0,5	0,3	2
4	19	20	0,7	0,3	0,5	2
5	25	20	0,5	0,7	0,9	2
6	30	10	0,5	0,9	0,7	2
7	21	10	0,9	0,5	0,7	2
8	11	15	0,9	0,7	0,5	2
9	13	14	0,3	0,9	0,5	2
10	30	20	0,7	0,3	0,9	2



## Задача 8

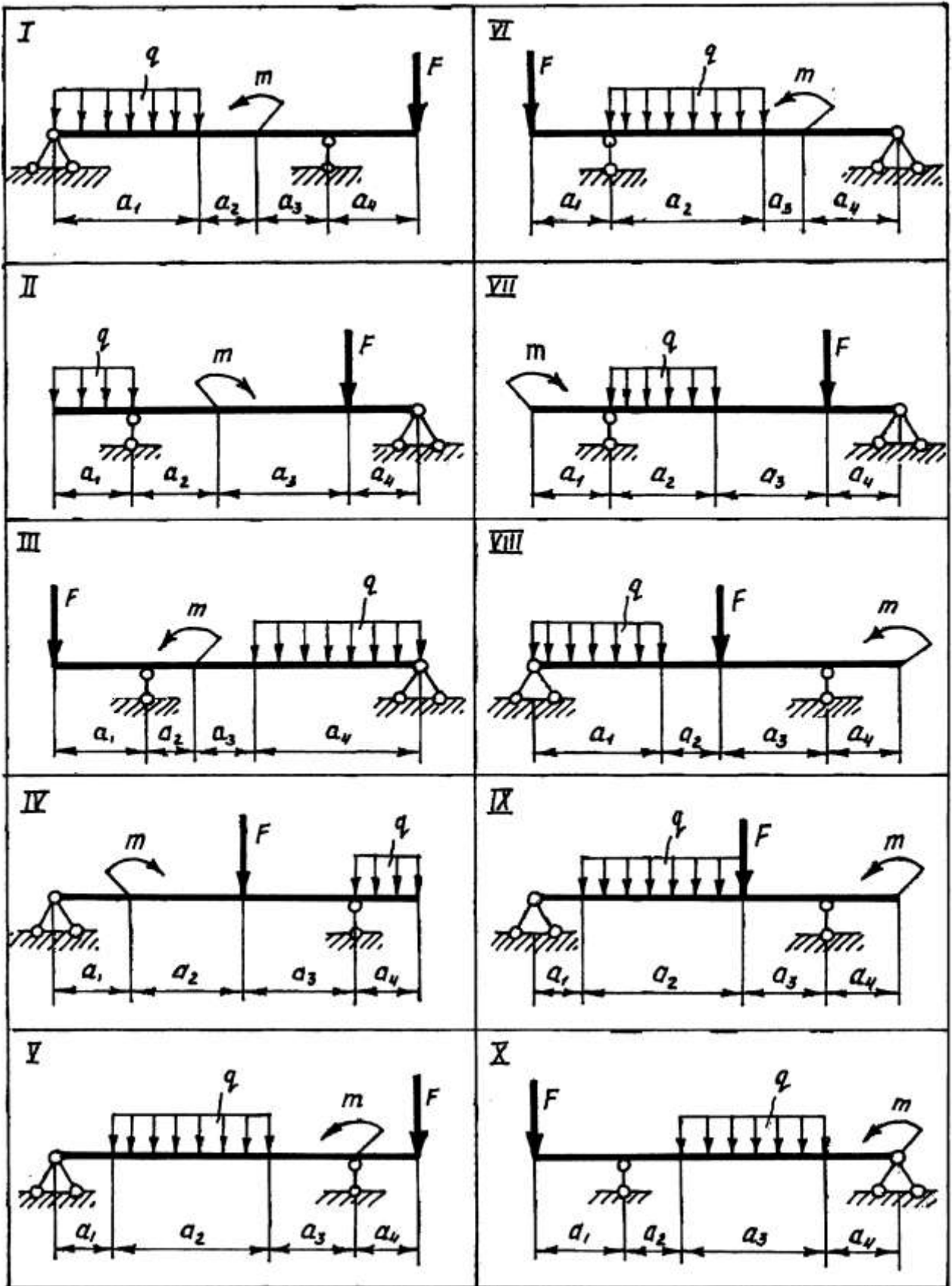
Для заданной балки построить эпюру изгибающих моментов и по сортаменту стали подобрать двутавровое сечение при  $[\sigma] = 160 \text{ Н / мм}^2$

Числовые данные для решения выбрать из таблицы 8, схемы к задаче на рисунке 8.

Таблица 8

Числовые данные для задачи №8

№ Варианта	F, кН	q = 4 кН / м	M, кН·м	a <sub>1</sub> , м	a <sub>2</sub> , м	a <sub>3</sub> , м	a <sub>4</sub> , м
1	10	2	3	3,0	1,0	1,5	2,0
2	5	5	5	1,0	1,0	3,0	1,0
3	8	6	4	1,5	0,5	1,0	3,0
4	7	4	8	1,0	2,0	2,0	1,0
5	6	7	7	0,5	2,0	1,0	0,5
6	12	9	9	1,0	2,5	0,5	1,5
7	5	8	1	1,0	1,5	1,5	1,0
8	8	6	3	2,0	0,5	1,5	1,0
9	7	3	6	0,5	2,0	1,0	1,0
10	3	2	4	1,5	0,5	2,5	1,0





## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №2

Выбор варианта производится по шифру учащегося: две последние цифры соответствует номеру варианта.

Числовые данные и номер схемы для решения задач выбираются из таблицы в зависимости от номера варианта.

### Задача 1

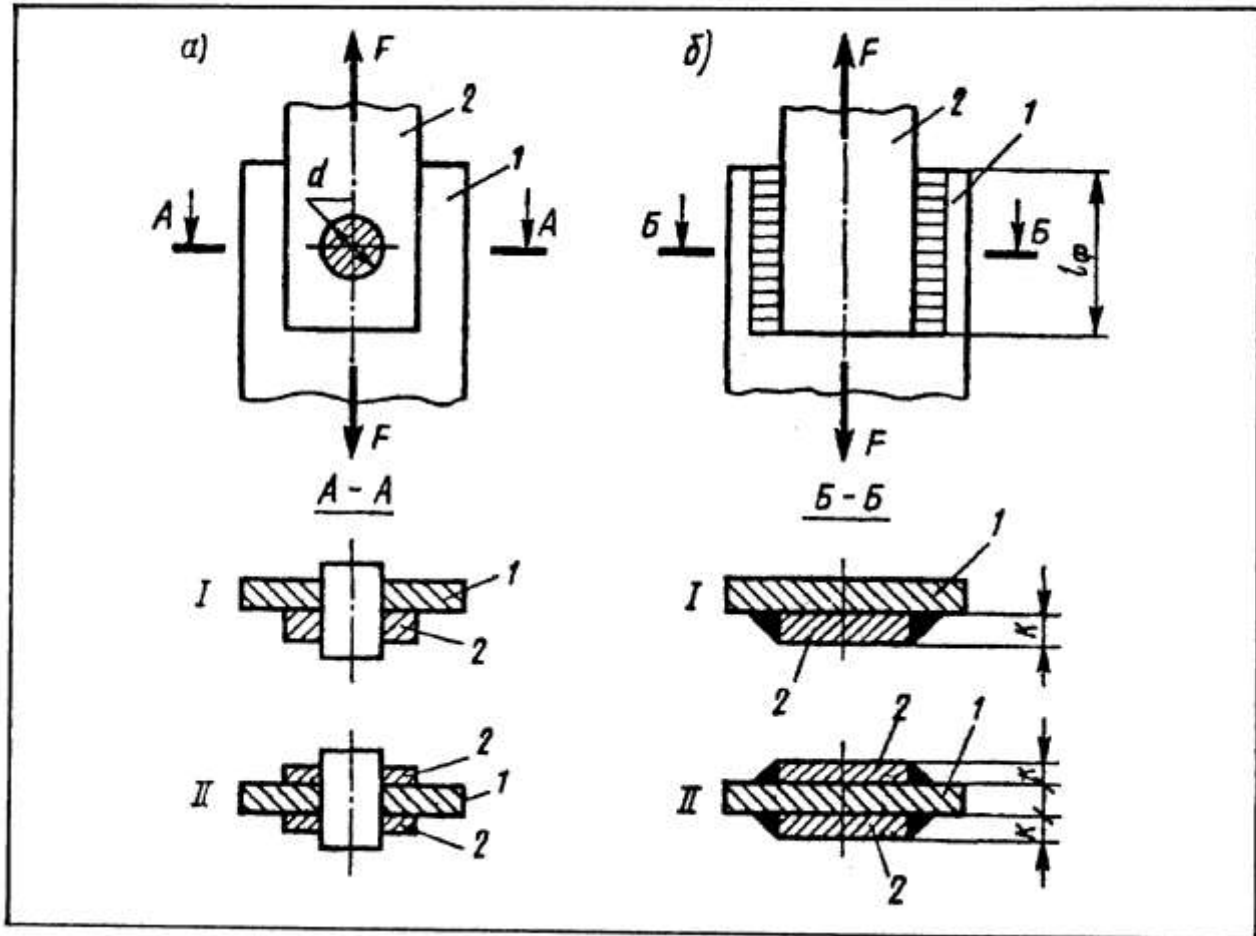
Шарнирное соединение деталей 1 и 2 (см. рис. а) с помощью пальца диаметром  $d$  решено заменить на сварное соединение (см. рис. б) фланговыми швами с катетом  $k$ . Определить длину  $l_{\phi}$  каждого сварного шва. Для материала пальца (Сталь 45) принять  $[\tau_{ср}] = 100 \text{ Н/мм}^2$ . Указание: необходимую для расчёта силу  $F$  найти из условия прочности пальца при срезе.

Числовые данные для решения выбрать из таблицы 1, схемы к задаче на рисунке а), б).

Таблица 1

Числовые данные для задачи №1

№ Предпоследней цифры шифра	Тип сечения		№ Последней цифры шифра	d, мм	k, мм
	а)	б)			
1	I	I	1	31	5
2	I	II	2	35	7
3	II	I	3	39	9
4	II	II	4	27	5
5	I	I	5	23	7
6	I	II	6	24	9
7	II	I	7	28	5
8	II	II	8	32	7
9	II	I	9	36	9
0	I	II	0	40	5



## Задача 2

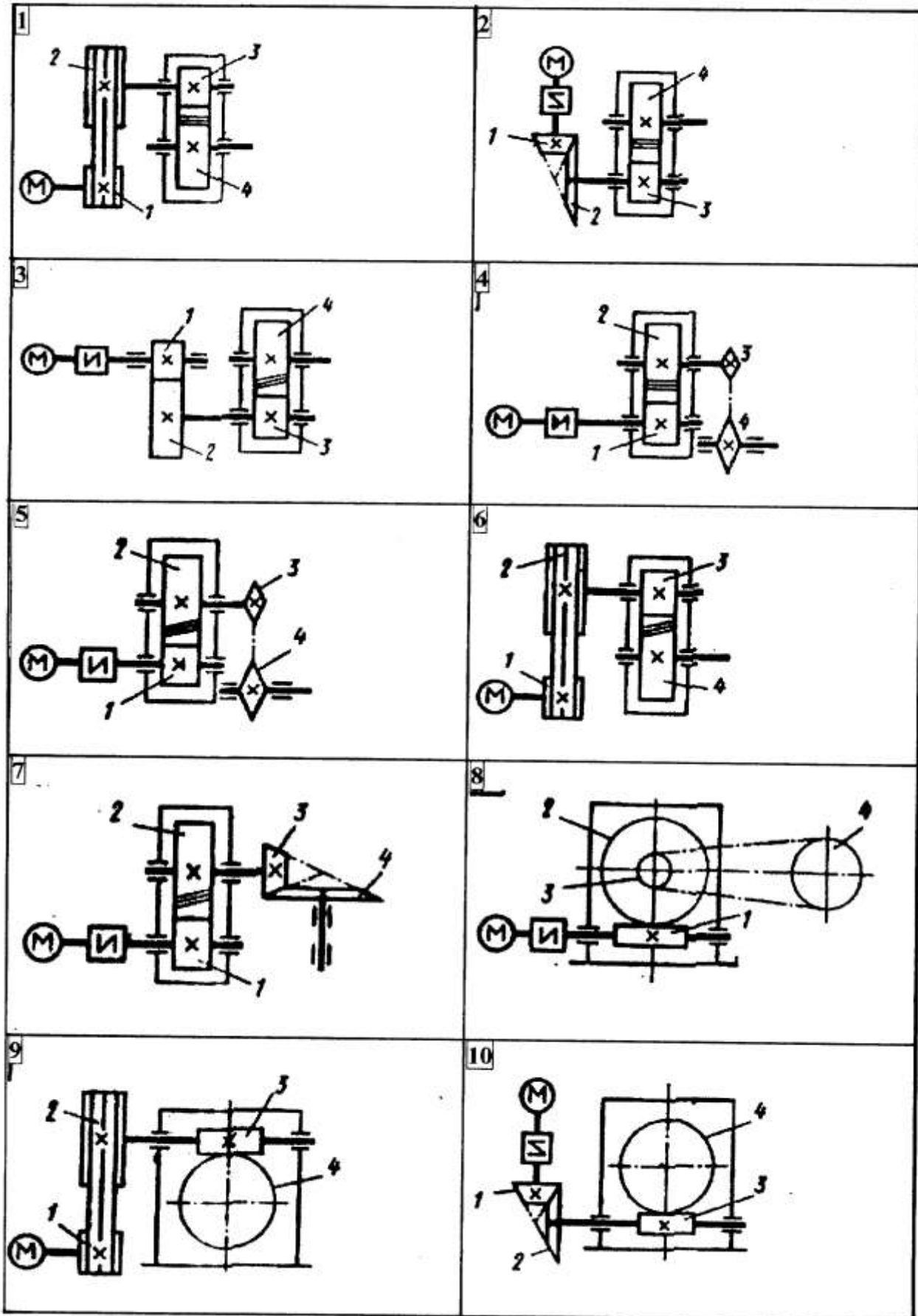
Привод состоит из электродвигателя мощностью  $P_{дв}$  с угловой скоростью  $\omega_{дв}$  и двухступенчатой передачи, включая редуктор и открытую передачу, характеристики звеньев которой ( $z$  или  $d$ ) заданы. Угловая скорость выходного (третьего) вала привода  $\omega_{вых}$ . Требуется определить: а) общие КПД и передаточное число привода; б) передаточное число редуктора; в) мощности, угловые скорости и вращающие моменты для всех валов. При расчёте принять следующие значения КПД передач (с учётом трения в подшипниках): а) червячных – 0,72 ( вариант 8 ); 0,77 ( вариант 9 ); 0,87 ( вариант 10 ); б) зубчатых – 0,96; в) цепных – 0,92; г) ременных – 0,92. Упругим скольжением в ременных передачах пренебречь.

Числовые данные и № схемы для решения выбрать из таблицы 2, схемы к задаче на рисунке 2.

Таблица 2

Числовые данные для задачи №2

№ Предпоследней цифры шифра	$d_1$ , мм	$d_2$ , мм	$z_1$	$z_2$	$z_3$	$z_4$	№ Последней цифры шифра	№ Схемы	$P_{дв}$ кВт	$\omega_{дв}$ Рад/с	$\omega_{вых}$ Рад/с
1	105	315	-	-	-	-	1	1	22	149	10
2	-	-	21	63	-	-	2	2	2,2	143	20
3	-	-	19	57	-	-	3	3	4	157	14
4	-	-	-	-	15	45	4	4	2,2	155	24
5	-	-	-	-	19	57	5	5	4	147	16
6	95	285	-	-	-	-	6	6	22	153	20
7	-	-	-	-	25	75	7	7	4	145	28
8	-	-	-	-	17	51	8	8	2,2	153	2
9	115	345	-	-	-	-	9	9	4	147	2
0	-	-	23	69	-	-	0	10	22	145	4



### Задача 3

Выполнить геометрический расчёт передачи редуктора. Тип передачи (червячная, цилиндрическая прямозубая или косозубая) и её передаточное число  $i$  взять из предыдущей задачи, а межосевое расстояние  $a$  из таблицы. При расчёте цилиндрических передач принять следующие значения относительной ширины колеса  $\psi$ : 0,4 – для прямозубой передачи и 0,5 - для косозубой передачи.

Числовые данные для решения выбрать из таблицы 3.

Таблица 3

Числовые данные для задачи №3

№ Схемы	межосевое расстояние $a$ , мм	
	Чётный вариант	Нечётный вариант
1	220	130
2	120	170
3	180	230
4	100	150
5	200	110
6	160	220
7	140	120
8	220	180
9	320	100
10	520	200

## Задача 4

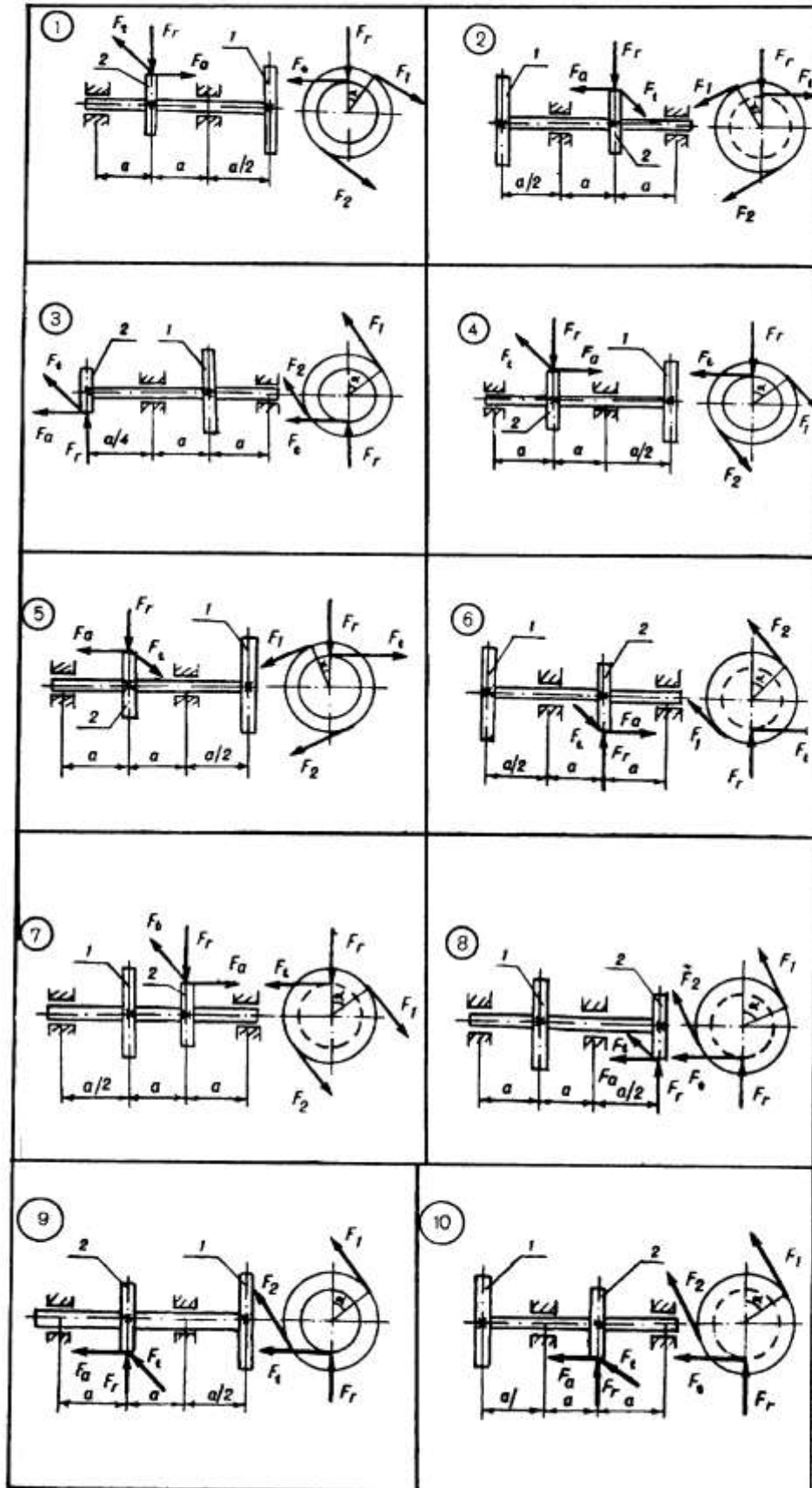
Вал передаёт мощность  $P$  при угловой скорости вращения  $\omega$ . Определить диаметр опасного сечения вала, несущего шкив ременной передачи диаметром  $d_1$  и зубчатое колесо с косыми зубьями диаметром  $d_2$ . Натяжение ведущей ветви ремня в два раза больше натяжения ведомой ветви. В зацеплении на зубчатое колесо действуют силы: окружная  $F_t$  направленная по касательной к делительной окружности колеса, осевая  $F_a$  направленная параллельно оси вала и радиальная  $F_r$  направленная по радиусу к центру зубчатого колеса. Материал вала – сталь 45, допускаемые нормальные напряжения  $[\sigma] = 65 \text{ Н/мм}^2$ . Расчёт выполнить, используя гипотезу наибольших касательных напряжений. Принять  $F_r = 0.38 F_t$ ;  
 $F_a = 0.2 F_t$ .

Числовые данные и № схемы для решения выбрать из таблицы 4, схемы к задаче на рисунке 4.

Таблица 4

Числовые данные для задачи №4

№ Предпоследней цифры шифра	№ Схемы	№ Последней цифры шифра	$d_1$ , мм	$d_2$ , мм	$P$ , кВт	$\omega$ , Рад/с	$a$ , м	$\alpha$ , Град.
1	1	1	850	400	80	70	0,1	25
2	2	2	550	250	70	65	0,2	30
3	3	3	600	300	90	75	0,25	45
4	4	4	900	500	80	70	0,15	60
5	5	5	750	300	50	40	0,2	50
6	6	6	450	200	100	80	0,25	45
7	7	7	700	600	70	65	0,15	40
8	8	8	800	400	100	80	0,1	50
9	9	9	500	250	60	50	0,2	70
0	10	0	650	300	40	30	0,25	60



## 5. ЛИТЕРАТУРА

### Основная

1. Аркуша А, И, Техническая механика. Теоретическая механика и сопротивление материалов. М.:Высш. шк. 1990.
2. Аркуша А. И. Руководство к решению задач по теоретической механике. М.: Высш. шк. 2000.
3. Гурьева Л. Л., Гурьев., И. Г., Дронченко В. А. Сборник задач по сопротивлению материалов. Минск. Амалфея. 2002.
4. Ицкович Г. М., Винокуров А. И., Минин Л. С. Руководство к решению задач по сопротивлению материалов. М.: Высш. шк. 2001.
5. Скобейда А. Т., Кузьмин А. В., Макейчик Н. Н. Детали машин и основы конструирования. Минск Высшэйшая школа. 2000.
6. Фролов М. И. Техническая механика. Детали машин. М: Высш. шк. 1990.
7. С.А.Чернавский Курсовое проектирование деталей машин. М.: Машиностроение, 1988.

### Дополнительная

1. Руденок Е. Н., Соколовская В. П. Техническая механика: Сборник заданий. М., 1990.
2. Эрдеди А. А., Медведев Ю. А., Эрдеди Н. А. Техническая механика: Теоретическая механика и сопротивление материалов. - М., 1991.
3. Л.В. Курмаз Детали машин. Проектирование. Мн.: УП Технопринт, 2002
4. А.Е. Шейнблит «Курсовое проектирование деталей машин» М.: Высшая школа, 1991

### Стандарты

- ГОСТ 8239-89 (СТ СЭВ 2209-80). Двутавры стальные горячекатаные: Сортамент.  
ГОСТ 8240-89 (СТ СЭВ 2210-80). Швеллеры стальные горячекатаные: Сортамент.  
ГОСТ 8509-93. Уголки стальные горячекатаные равнополочные: Сортамент.  
ГОСТ 8510-86 (СТ СЭВ 255-76). Уголки стальные горячекатаные  
неравнополочные: Сортамент.



## 6. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ДОМАШНЕЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Работа считается зачтённой

1. Если все задания выполнены и оформлены согласно методическим рекомендациям; имеется список используемой литературы.
2. При выполнении практического задания обязательно:
  - составить расчётную схему;
  - задача считается решённой, если решение доведено до числового ответа;
3. Если она выполнена не менее чем на 70% объема практической части.

Работа считается не зачтённой:

1. Если работа выполнена менее, чем на 70% объема.
2. Если решение задач не доведены до числового ответа.
3. Если контрольная работа выполнена не по своему варианту, без рисунков, неразборчиво.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ОРШАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕХАНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»**

# **Рецензирование домашних контрольных работ**

/Рекомендовано Республиканским  
институтом профессионального  
образования/

## 1. Общие положения

- Основной формой руководства самостоятельной работой учащихся-заочников со стороны преподавателей, средством контроля и оказания им индивидуальной помощи в работе над учебным материалом в течение учебного года является рецензирование домашних контрольных работ.
- Рецензированию подлежат все выполненные учащимися домашние контрольные работы. Рецензирование домашних контрольных работ имеет цель дать учащимся правильную направленность в самостоятельной работе над учебным материалом, проверить качество работы учащегося по данному предмету и умению применять теоретические знания при решении практических вопросов, отметить положительные стороны в его работе, указать на имеющиеся ошибки и недостатки, рекомендовать пути их исправления. Каждая контрольная работа проверяется преподавателем в срок не более семи дней, после чего она возвращается учащемуся.
- Результаты проверки домашних контрольных работ проставляются в журнал учета рецензирования контрольных работ и учебную карточку учащегося..
- Запрещается заменять собеседованием выполнение учащимися домашних контрольных работ.
- Зачтенные контрольные работы предъявляются учащимися экзаменатору перед соответствующим экзаменом.
- Рецензирование контрольных работ состоит из:
  - а) проверки контрольной работы.
  - б) составления рецензии.

## 2. Проверка контрольной работы.

- При проверке домашней контрольной работы необходимо:
  1. исправить и объяснить каждую ошибку и неточность по существу учебного материала или, не исправляя, поставить наводящий вопрос и указать учащемуся-заочнику, какой раздел (параграф) учебника он должен изучить, чтобы восполнить пробелы в своих знаниях.
  2. исправить неправильные формулировки, а также все помеченные грамматические ошибки и стилистические погрешности.

- В замечаниях, сделанных по тексту у домашней контрольной работы на полях тетради, не должно быть никаких неясностей, сокращения слов, употребления слов и терминов, значение которых может быть не понято учащимся. Не допускается постановка вопросительных, восклицательных и других знаков без соответствующих разъяснений. Замечания должны быть сделаны с соблюдением педагогического такта.
- Все исправления в тексте и замечания на полях рецензируемой работы пишутся понятным и разборчивым почерком, исправления делаются чернилами, отличными по цвету от чернил, которыми написана контрольная работа.
- Контрольная работа, признается рецензентом удовлетворительной, оценивается словом «зачтено». Контрольная работа, в которой учащимся не раскрыто основное содержание вопросов задания или в которой имеются грубые ошибки в решении задач, не зачитывается и возвращается учащемуся с подробной рецензией для дальнейшей работы над учебным материалом
- Повторно выполненная домашняя контрольная работа должна направляться на рецензирование преподавателю, который проверял работу в первый раз. Рецензирование вторично выполненной контрольной домашней работы проводится в общем порядке.
- Контрольная работа, выполненная небрежно, неразборчивым почерком, а также не по заданному варианту, возвращается учащемуся с указанием причин возврата.

### **3. Составление рецензии**

- Кроме замечаний и исправлений, сделанных в тексте и на полях контрольной работы, пишется рецензия в тетради, в которой выполнена домашняя контрольная работа. Рецензия составляется на основании анализа содержания выполненной контрольной работы, отмеченных неточностей и ошибок. Рецензия должна быть строго индивидуальной. Составление стандартных форм рецензий не допускается. Объем рецензии зависит от качества выполненной работы, а также от полноты замечаний и исправлений, сделанных в тексте и на полях работы.
- При составлении рецензии необходимо:
  1. Кратко указать достоинства выполненной контрольной работы. Положительная часть может иметь место в рецензии даже в том случае, если контрольная работа возвращается учащемуся для переработки.

Рецензия на контрольную работу, не имеющую отрицательных замечаний и не требующую поправок, не должна быть лаконичной и не может ограничиваться указанием только на то, что работа зачтена. В ней следует направить внимание учащегося на дальнейшее углубление хорошо усвоенных теоретических положений (вопросов) и на возможность применения их в практической работе

2. Дать анализ и классификацию ошибок, отмеченных в тексте и на полях контрольной работы, перечислить неусвоенные и недостаточно полно изложенные вопросы контрольного задания.
  3. Дать конкретные указания по устранению обнаруженных недостатков, рекомендовать раздел или тему учебного пособия, которое должен изучить учащийся, а также пути улучшения самостоятельной работы над изучением материала
- В случае неудовлетворительного выполнения контрольной работы и возвращения ее для переработки все требования, которые обязан учесть учащийся при повторном выполнении работы или ее доработке, формулируются конкретно и ясно.
  - Рецензия подписывается преподавателем и датируется.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ОРШАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕХАНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»**

# **Методическое оснащение экзамена**

/Правила текущей и итоговой аттестации  
учащихся учреждений, обеспечивающих  
получение среднего специального  
образования, утвержденные  
постановлением Министерства образования  
Республики Беларусь от 15 октября 2003 г  
№68/

# Экзаменационные материалы:

- программа дисциплины;
- перечень теоретических вопросов;
- перечень практических заданий, задач;
- перечень наглядных пособий, справочной литературы;
- критерии оценки знаний учащихся.

**Экзаменационные материалы** (перечень теоретических вопросов и практических заданий, задач, заданий для письменных работ, программы выступлений) по дисциплинам профессионального компонента учебного плана специальности разрабатываются преподавателями на основании учебной программы дисциплины, обсуждаются на заседании предметной (цикловой) комиссии, утверждаются заместителем руководителя по учебной работе и доводятся до сведения учащихся не позднее чем за месяц до начала сессии.

**Экзаменационные билеты** составляются на основании перечня теоретических вопросов и практических заданий (задач), подписываются преподавателем дисциплины и председателем предметной (цикловой) комиссии.

Предметная (цикловая) комиссия определяет перечень наглядных пособий, справочной литературы и других материалов, разрешенных для использования во время экзамена.

**Содержание экзаменационных билетов** до сведения учащихся не доводится. Количество экзаменационных билетов должно превышать число учащихся в группе.

**На проведение устного экзамена** по дисциплине отводится не более 15 минут на одного учащегося.

Для подготовки к ответу учащемуся дается не менее 20 минут. Если учащийся не ответил по билету, ему разрешается взять другой билет. Отметка при этом снижается на два балла.

**Отметка, полученная на экзамене**, вносится преподавателем в книжку успеваемости учащегося (кроме отметок 0 (ноль), 1 (один), 2 (два), 3 (три)), в экзаменационную ведомость и в журнал учебных занятий (в том числе 0 (ноль), 1 (один), 2 (два), 3 (три)).

**В случае неявки учащегося на экзамен** в экзаменационной ведомости делается запись «не явился» и ему назначается другой срок сдачи экзамена.




## **Правила заполнения экзаменационной ведомости**

Экзаменационная ведомость выдается преподавателю в день проведения экзамена.

ГРАФА 2 (фамилия и инициалы учащегося), ГРАФЫ 3,4 (отметка о зачете домашних контрольных работ, лабораторных, практических работ) заполняются методистом.

Остальные графы ведомости заполняются преподавателем, который по окончании экзамена сдает ее вместе с домашними контрольными работами учащихся на заочное отделение.

На оборотной стороне ведомости приведена форма акта, которую заполняют по мере уничтожения домашних контрольных работ.

УТВЕРЖДАЮ  
Зам. директора по УР  
  
А. А. Зулёв  
«        »        2005г.

**ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
« ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА »  
УЧАЩИХСЯ ЗАОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ  
специальность "Технология машиностроения" группа ЗТМ,  
специальность "Машины и аппараты лёгкой текстильной промышленности  
и бытового обслуживания" группа ЗМА**

1. Основные положения статики (материальная точка, абсолютно твёрдое тело).
2. Система сил и их классификация.
3. Эквивалентные и уравновешенные системы сил. Задачи статики.
4. Аксиомы статики.
5. Проекция на ось, на две и три взаимоперпендикулярные оси.
6. Разложение силы на две составляющие.
7. Пара сил. Момент пары сил.
8. Параллельный перенос силы в плоскости её действия. Эквивалентные пары сил.
9. Сложение пары сил. Условие равновесия пар.
10. Момент силы относительно точки и оси.
11. Связи. Аксиомы связей. Простейшие виды связей.
12. Определение направления реакций связи.
13. Плоская и пространственная система сходящихся сил.
14. Сложение плоской системы сходящихся сил. Силовой многоугольник.
15. Проекция силы на ось. Аналитическое определение равнодействующей в плоской системе сходящихся сил.
16. Условие равновесия плоской системы сходящихся сил в геометрической и аналитической форме. Уравнение равновесия плоской системы сил.
17. Приведение плоской системы сил к данному центру: главный вектор и главный момент системы.
18. Теорема Вариньона.
19. Понятие о приведении к центру пространственной системы произвольно расположенных сил.
20. Условие и уравнение равновесия системы произвольно расположенных сил.
21. Балки и их нагрузки.
22. Трение скольжения.
23. Трение качения.

- 24.Сложение системы параллельных сил. Центр параллельных сил. Свойства центра параллельных сил.
- 25.Центр тяжести. Координаты центра тяжести плоских тел и сечений.
- 26.Центр тяжести простых плоских фигур, статический момент сечения.
- 27.Основные понятия кинематики.
- 28.Способы задания движения точки.
- 29.Прямолинейное движение точки.
- 30.Вращательное движение точки.
- 31.Сложное движение твёрдого тела ( Плоскопараллельное движение тела ).
- 32.Мгновенный центр скоростей. Определение абсолютной скорости точек тела.
- 33.Основные понятия и аксиомы динамики.
- 34.Понятие о свободной и несвободной материальной точке. Силы инерции. Принцип Даламбера.
- 35.Метод кинетостатики.
- 36.Работа постоянной силы на прямолинейном пути. Работа равнодействующей силы.
- 37.Работа силы тяжести.
- 38.Мощность силы. КПД
- 39.Работа и мощность при вращательном движении.
- 40.Общие теоремы динамики.
- 41.Кинетическая энергия.
- 42.Основные положения сопротивления материалов.
- 43.Деформация тела.
- 44.Классификация нагрузок.
- 45.Основные допущения сопротивления материалов.
- 46.Классификация элементов конструкций (брус, оболочка, массив).
- 47.Метод сечений.
- 48.Виды нагружений.
- 49.Напряжения.
- 50.Нормальные силы и напряжения в поперечном сечении бруса.
- 51.Правило знаков при определении нормальной силы в сечении. Определение напряжений в поперечном сечении бруса.
- 52.Продольные и поперечные деформации при растяжении, сжатии.
- 53.Закон Гука при растяжении, сжатии. Перемещение.
- 54.Статические испытания материалов на растяжение, сжатие.
- 55.Расчеты на прочность при растяжении, сжатии.
- 56.Практические расчеты на срез и смятие.
- 57.Кручение. Чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге.
- 58.Крутящий момент. Правила знаков при вычислении крутящих моментов.
- 59.Кручение круглого бруса. Определение угла закручивания, полярного момента и сопротивления.
- 60.Расчеты на прочность и жесткость при кручении.

61. Виды изгиба.
62. Правила знаков при построении эпюр поперечных сил и изгибающих моментов.
63. Расчёты на прочность при изгибе.
64. Понятия о касательных напряжениях при изгибе. Линейные и угловые перемещения. Расчёты на жёсткость.
65. Расчёт бруса большой жёсткости при изгибе с растяжением, сжатием.
66. Гипотезы прочности.
67. Расчёты бруса круглого поперечного сечения при изгибе с кручением.
68. Устойчивость упругого равновесия. Критическая сила.
69. Формула Эйлера для определения критической силы.
70. Критическое напряжение. Пределы применения формулы Эйлера.

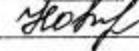
Преподаватель:



Кудлаенко А.В.

Рассмотрено и рекомендовано к утверждению на заседании цикловой комиссии машиностроительного цикла. Протокол № 1 от «12» 11 2005г.

Председатель цикловой комиссии:



Н.П.Новодельнова.

УТВЕРЖДАЮ  
Зам. директора по УР  
 А. А. Зулёв  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2005г.

**ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
**« ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА »**  
**УЧАЩИХСЯ ЗАОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ**  
специальность "Технология машиностроения" группа 4ТМ,  
специальность "Машины и аппараты лёгкой текстильной промышленности и  
бытового обслуживания" группа 4МА

1. Основные положения деталей машин. Механизмы и машины.
2. Понятие о надёжности. Критерии работоспособности деталей машин.
3. Сварные соединения.
4. Клеевые соединения.
5. Цилиндрические соединения с натягом.
6. Конические соединения с натягом.
7. Основные понятия о винтовой паре.
8. Расчёт на прочность резьбовых соединений при постоянной нагрузке.
9. Материалы и допускаемые напряжения винтовой пары.
10. Шпоночные соединения.
11. Шлицевые соединения.
12. Основные понятия о передачах. Кинематические и силовые отношения в передачах.
13. Фрикционные нерегулируемые передачи.
14. Фрикционные регулируемые передачи (вариаторы).
15. Общие сведения о ременных передачах. Сравнительная характеристика.
16. Материал ремней, материал шкивов.
17. Силы, действующие в ветвях ремня, расчётные напряжения.
18. Расчёт ременных передач.
19. Общие сведения о зубчатых передачах.
20. Основы теории зубчатого зацепления.
21. Основные параметры зубчатых колёс.
22. Прямозубые цилиндрические передачи.
23. Косозубые зубчатые передачи
24. Конические зубчатые передачи
25. Шевронные зубчатые передачи.
26. Изготовление зубчатых колёс.
27. Материалы и термообработка зубчатых колёс.
28. Виды разрушения зубьев и критерии их работоспособности.
29. Расчёт на контактную прочность зубьев цилиндрических зубчатых колёс.  
Допускаемые напряжения.
30. Расчёты на контактную прочность зубьев конических зубчатых колёс.  
Допускаемые напряжения.
31. Планетарные зубчатые передачи.
32. Волновые зубчатые передачи.

33. Общие сведения о передачи винт – гайка.
34. Расчёт на прочность и износостойкость передачи винт – гайка.
35. Общие сведения о червячной передаче.
36. Основные параметры и передаточное число червячной передачи.
37. Особенности рабочего процесса и КПД червячной передачи.
38. Материал червячной пары. Виды разрушения зубьев червячных колёс.
39. Расчёт на прочность и тепловой расчёт червячной передачи.
40. Редукторы и мотор-редукторы.
41. Расчет элементов корпуса редуктора.
42. Особенности выбора допусков, посадок сопряженных деталей редуктора.
43. Выбор смазочных материалов и системы смазывания редуктора.
44. Общие сведения о цепных передачах. Детали цепных передач.
45. Основные параметры и передаточное число цепных передач.
46. Силы действующие в ветвях цепи и на валы передачи.
47. Проектный и проверочный расчёт цепной передачи.
48. Общие сведения о валах и осях. Элементы конструкции, материал.
49. Расчёт валов.
50. Расчёт осей.
51. Общие сведения о подшипниках скольжения. Трение в подшипниках скольжения.
52. Конструкция подшипников скольжения, материал вкладышей.
53. Виды разрушения и критерии работоспособности подшипников скольжения.
54. Расчёт подшипников скольжения.
55. Смазочные материалы.
56. Смазывание подшипников скольжения. КПД.
57. Общие сведения и классификация подшипников качения.
58. Основные типы подшипников качения.
59. Условные обозначения подшипников качения.
60. Особенности рабочего процесса подшипников качения.
61. Виды разрушения и критерии работоспособности подшипников качения.
62. Расчёт на долговечность подшипников качения.
63. Подбор подшипников качения по базовой статической грузоподъёмности.
64. Подбор подшипников качения по базовой динамической грузоподъёмности.
65. Выбор типа подшипника.
66. Общие сведения о конструировании подшипниковых узлов.
67. Уплотнительные устройства в подшипниковых узлах.
68. Смазывание подшипников качения. КПД.
69. Общие сведения о муфтах.
70. Подбор муфт. Классификация муфт.

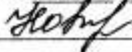
Преподаватель:



Кудлаенко А.В.

Рассмотрено и рекомендовано к утверждению на заседании цикловой комиссии  
машиностроительного цикла. Протокол № 1 от «12» 11 2005г.

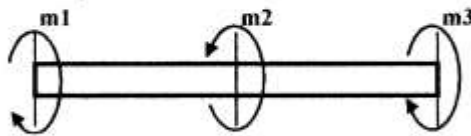
Председатель цикловой комиссии:



Н.П.Новодельнова.

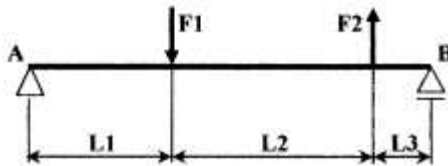
**ЗАДАЧИ ДЛЯ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ БИЛЕТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
 « ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА »  
 УЧАЩИХСЯ ЗАОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ ГРУППЫ ЗТМ, ЗМА**

1. Для заданного стального бруса требуется построить эпюры крутящих моментов.



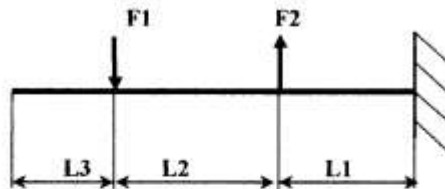
	m1, кН*м	m2, кН*м	m3, кН*м
1	12	15	3
2	15	20	5
3	9	10	1

2. Для заданной схемы нагружения определить реакции опор.



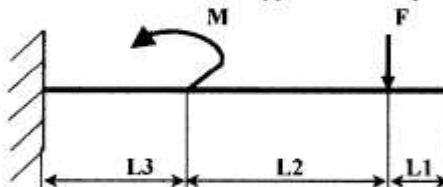
	1	2	3
F1, кН	12	8	6
F2, кН	9	11	13
L1, м	2	4	6
L2, м	7	5	3
L3, м	1	3	5

3. Для заданной схемы нагружения построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.



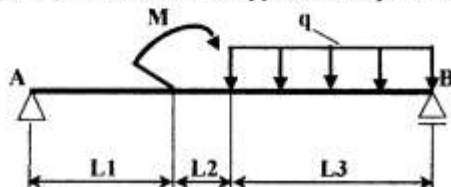
	1	2	3
F1, кН	9	12	15
F2, кН	7	9	11
L1, м	1	3	5
L2, м	7	5	3
L3, м	1	1	1

4. Для заданной схемы нагружения построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.



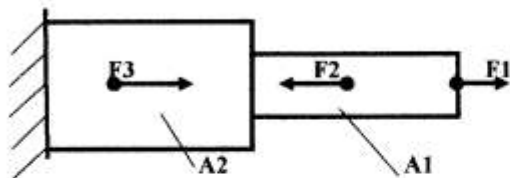
	1	2	3
F1, кН	8	6	11
M, кН*м	11	8	7
L1, м	1	1	1
L2, м	8	5	7
L3, м	3	4	2

5. Для заданной схемы нагружения определить реакции опор.



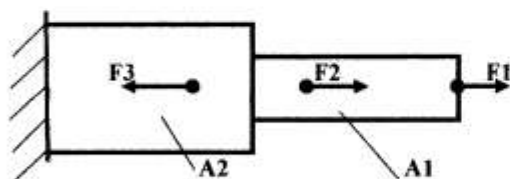
	1	2	3
M, кН*м	6	4	8
q, кН/м	2	1	3
L1, м	2	4	5
L2, м	4	5	3
L3, м	2	4	2

6. Определить площади поперечных сечений  $A_1, A_2$  стального бруса, если  $[\sigma]=160 \text{ Н/мм}^2$



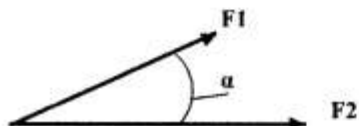
	1	2	3
F1, кН	15	7	12
F2, кН	7	17	10
F3, кН	9	3	5

7. Для данного ступенчатого бруса построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений



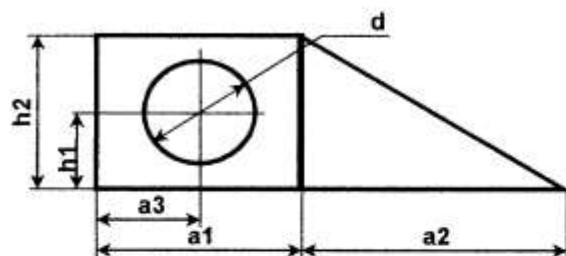
	1	2	3
F1, кН	9	3	5
F2, кН	15	7	12
F3, кН	7	17	10
A1, мм <sup>2</sup>	20	25	45
A2, мм <sup>2</sup>	70	35	60

8. Определить графическим методом величину и направление результирующей силы, если:



	1	2	3
F1, кН.	10	6	8
F2, кН.	6	12	14
$\angle \alpha, ^\circ$	45	30	60

9. Определить центр тяжести плоской фигуры.



	1	2	3
d, мм	20	16	18
h1, мм	15	15	15
h2, мм	90	99	120
a1, мм	50	55	60
a2, мм	30	45	60
a3, мм	25	15	20

10. Проверить прочность бруса при растяжении, если материал бруса Ст3, предел текучести  $\sigma_T=240 \text{ Н/мм}^2$ , допускаемый коэффициент запаса прочности  $[S]=1.5$ , наибольшее расчётное напряжение  $\sigma=80 \text{ Н/мм}^2$ .

11. Определить и показать на чертеже траекторию движения точки по заданному закону движения, если  $X = 3t$ ;  $Y = 2 - 2t$ .

12. Определить выполняется ли условие прочности при изгибе, если  $[\sigma]=180 \text{ Мпа}$ ,  $M_{\max}=40 \text{ кН}$ ,  $W_x=7000 \text{ мм}^3$

13. Определить путь, пройденный точкой, если имея начальную скорость  $2 \text{ м/с}$ , она стала двигаться с ускорением  $0,8 \text{ м/с}^2$  и двигалась так в течении  $40 \text{ сек}$ . Затем  $15 \text{ сек}$ . двигалась с приобретённой скоростью, после этого стала двигаться равнозамедленно и двигалась до остановки  $30 \text{ сек}$ .

14. Определить путь, пройденный точкой по прямой траектории, если имея скорость  $45 \text{ м/с}$ , она стала двигаться равнозамедленно и пройдя  $50 \text{ м}$  за  $12 \text{ сек}$ . её скорость достигла  $8 \text{ м/с}$ . Затем точка начала двигаться с ускорением  $3 \text{ м/с}^2$  и двигалась так в течении  $7 \text{ сек}$ . После этого  $15 \text{ сек}$ . она двигалась с приобретённой скоростью и резко остановилась.



15. Определить путь, пройденный точкой, если имея начальную скорость 5 м/с, она стала двигаться ускорением 1,2 м/с<sup>2</sup> и двигалась так в течении 30сек. Затем 25сек. двигалась с приобретённой скоростью, после этого стала двигаться равнозамедленно и двигалась до остановки 50сек.

16. Первоначально покоившееся тело начинает вращаться равноускоренно и делает 4000 оборотов за 3 минуты. Определить угловое ускорение вращательного движения и угловую скорость, приобретённую телом за эти 3 минуты.

17. Первоначально покоившееся тело начинает вращаться равноускоренно и через 30 секунд достигло угловой скорости 20 рад/с. Сколько оборотов совершило тело за 10 секунд от начала вращения.

Преподаватель:

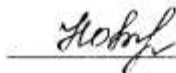


Кудласенко А.В.

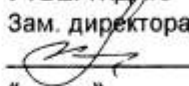
Рассмотрено и рекомендовано к утверждению на заседании цикловой комиссии машиностроительного цикла.

Протокол № 4 от « 17 » 11 2005г.

Председатель цикловой комиссии:



Н.П.Новодельнова.

УТВЕРЖДАЮ  
Зам. директора по УР  
 А.А.Зулёв  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2005г.

**ЗАДАЧИ ДЛЯ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ БИЛЕТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
« ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА »  
УЧАЩИХСЯ ЗАОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ ГРУППЫ 4ТМ, 4МА**

1. Определить диаметр резьбы болта, нагруженного растягивающей силой  $F=30$  кН.  
Допускаемое напряжение при растяжении  $[\sigma_p]=160$  Н/мм<sup>2</sup>.
2. Проверить на смятие болтовое соединение нагруженное внешней силой  $F_r=20$  кН.,  
если наименьшая толщина соединяемых деталей 35 мм, резьба на болте М10  
допускаемое напряжение на смятие  $[\sigma_{cm}]=160$  Н/мм<sup>2</sup>
3. Определить диаметр резьбы болта поставленного с зазором, нагруженного осевой силой  $F=30$  кН.  
Допускаемое напряжение при растяжении  $[\sigma_p]=160$  Н/мм<sup>2</sup>, коэффициент трения  $f=0.20$ ,  
число стыков 2, число болтов в соединении 3, коэффициент запаса по сдвигу  $K=1.5$ .
4. Определить диаметр резьбы болта поставленного без зазора, нагруженного осевой силой  $F=60$  кН.  
Допускаемое напряжение среза  $[\tau_{ср}]=120$  Н/мм<sup>2</sup>, число плоскостей среза 1, число болтов в соединении 5.
5. Определить диаметр резьбы болта, нагруженного осевой силой  $F=50$  кН.  
Допускаемое напряжение при растяжении  $[\sigma_p]=160$  Н/мм<sup>2</sup>.
6. Привод состоит из электродвигателя мощностью  $P_{дв} = 5$  кВт, ременной передачи и закрытой зубчатой цилиндрической передачи. Определить мощность на каждом валу привода. КПД ременной передачи  $\eta_1 = 0.92$ ; КПД зубчатой передачи  $\eta_2 = 0.96$ .
7. Проверить прочность соединения деталей с помощью пальца на срез. Диаметр пальца  $d = 40$  мм,  
усилие разрыва  $F = 200$  кН, число плоскостей среза  $i = 2$ , допускаемое напряжение среза  $[\tau_{ср}]=100$  Н/мм<sup>2</sup>
8. Определить диаметр пальца с помощью которого соединены три детали,  
усилие разрыва  $F = 50$  кН, число плоскостей среза  $i = 2$ , допускаемое напряжение среза  $[\tau_{ср}]=100$  Н/мм<sup>2</sup>
9. Две детали соединены двумя фланговыми швами с помощью дуговой сварки электродом.  
Определить длину  $l$  каждого шва из условия прочности. Усилие разрыва  $F = 150$  кН,  
катет сварного шва  $K=5$  мм, допускаемое напряжение среза  $[\tau_{ср}]=96$  Н/мм<sup>2</sup>
10. Две детали соединены двумя фланговыми швами с помощью дуговой сварки электродом.  
Катет сварного шва  $K=6$  мм, длина каждого шва  $l = 700$  мм, допускаемое напряжение среза  $[\tau_{ср}]=96$  Н/мм<sup>2</sup>  
Определить максимальное усилие разрыва  $F$ .
11. Привод состоит из электродвигателя, ременной передачи и закрытой зубчатой цилиндрической передачи. Общее передаточное число передачи  $u = 18.9$ ; передаточное число ременной передачи  $u = 3$ , угловая скорость на валу электродвигателя  $\omega = 145$  рад/с.  
Определить угловую скорость на каждом валу привода.

12. Привод состоит из электродвигателя и закрытой зубчатой цилиндрической передачи. Передаточное число передачи  $u = 6,3$ ; КПД зубчатой передачи  $\eta = 0,96$ . Мощность электродвигателя  $P_{дв} = 22$  кВт, угловая скорость на валу электродвигателя  $\omega = 145$  рад/с. Определить мощность, угловую скорость и вращающий момент на выходном валу передачи.
13. Две детали соединены двумя фланговыми швами с помощью дуговой сварки электродом. Катет сварного шва  $K=6$  мм, длина каждого шва  $l = 500$  мм, допускаемое напряжение среза  $[\tau_{ср}]=96$  Н/мм<sup>2</sup> максимальное усилие разрыва  $F= 120$  кН. . Проверить прочность сварного соединения.
14. Привод состоит из электродвигателя, ременной и закрытой зубчатой цилиндрической передач. КПД пары зубчатых колёс  $\eta_1=0,97$ . Коэффициент, учитывающий потери пары подшипников качения  $\eta_2=0$ . КПД открытой ременной передачи  $\eta_p=0,92$ . Мощность на выходном валу привода  $P_{вых} = 2,2$  кВт. Определить требуемую мощность электродвигателя.
15. Определить диаметр резьбы болта, нагруженного растягивающей силой  $F=45$  кН. Допускаемое напряжение при растяжении  $[\sigma_p]=160$  Н/мм<sup>2</sup>.
16. Проверить на смятие болтовое соединение нагруженное внешней силой  $F_r=50$  кН., если наименьшая толщина соединяемых деталей 45 мм, резьба на болте М14 допускаемое напряжение на смятие  $[\sigma_{см}]=160$  Н/мм<sup>2</sup>
17. Определить диаметр резьбы болта поставленного с зазором, нагруженного осевой силой  $F=45$  кН. Допускаемое напряжение при растяжении  $[\sigma_r]=160$  Н/мм<sup>2</sup>, коэффициент трения  $f = 0,20$ , число стыков 3, число болтов в соединении 4, коэффициент запаса по сдвигу  $K=1,5$ .
18. Определить диаметр резьбы болта поставленного без зазора, нагруженного осевой силой  $F=100$  кН. Допускаемое напряжение среза  $[\tau_{ср}]=120$  Н/мм<sup>2</sup>, число плоскостей среза 2, число болтов в соединении 5.
19. Определить диаметр резьбы болта, нагруженного осевой силой  $F=70$  кН. Допускаемое напряжение при растяжении  $[\sigma_p]=160$  Н/мм<sup>2</sup>.
20. Привод состоит из электродвигателя мощностью  $P_{дв} = 7,5$  кВт, ременной передачи и закрытой зубчатой цилиндрической передачи. Определить мощность на каждом валу привода. КПД ременной передачи  $\eta_1 = 0,92$ ; КПД зубчатой передачи  $\eta_2 = 0,96$ .
21. Проверить прочность соединения деталей с помощью пальца на срез. Диаметр пальца  $d = 40$  мм, усилие разрыва  $F = 200$  кН, число плоскостей среза  $i = 2$ , допускаемое напряжение среза  $[\tau_{ср}]=100$  Н/мм<sup>2</sup>
22. Определить диаметр пальца с помощью которого соединены три детали, усилие разрыва  $F = 150$  кН, число плоскостей среза  $i = 3$ , допускаемое напряжение среза  $[\tau_{ср}]=100$  Н/мм<sup>2</sup>
23. Две детали соединены двумя фланговыми швами с помощью дуговой сварки электродом. Определить длину  $l$  каждого шва из условия прочности. Усилие разрыва  $F = 250$  кН, катет сварного шва  $K=6$  мм, допускаемое напряжение среза  $[\tau_{ср}]=96$  Н/мм<sup>2</sup>
24. Две детали соединены двумя фланговыми швами с помощью дуговой сварки электродом. Катет сварного шва  $K=5$  мм, длина каждого шва  $l = 500$  мм, допускаемое напряжение среза  $[\tau_{ср}]=96$  Н/мм<sup>2</sup> Определить максимальное усилие разрыва  $F$ .
25. Привод состоит из электродвигателя, ременной передачи и закрытой зубчатой цилиндрической передачи. Общее передаточное число передачи  $u = 24$ ; передаточное число ременной передачи  $u = 3$ , угловая скорость на валу электродвигателя  $\omega = 45$  рад/с. Определить угловую скорость на каждом валу привода.

26. Привод состоит из электродвигателя и закрытой зубчатой цилиндрической передачи. Передаточное число передачи  $i = 3$ ; КПД зубчатой передачи  $\eta = 0,96$ . Мощность электродвигателя  $P_{дв} = 5$  кВт, угловая скорость на валу электродвигателя  $\omega = 85$  рад/с. Определить мощность, угловую скорость и вращающий момент на выходном валу передачи.
27. Две детали соединены двумя фланговыми швами с помощью дуговой сварки электродом. Катет сварного шва  $K=5$  мм, длина каждого шва  $l = 900$  мм, допускаемое напряжение среза  $[\tau_{ср}]=96$  Н/мм<sup>2</sup> максимальное усилие разрыва  $F = 220$  кН. Проверить прочность сварного соединения.
28. Привод состоит из электродвигателя, ременной и закрытой зубчатой цилиндрической передач. КПД пары зубчатых колёс  $\eta_z=0,97$ . Коэффициент, учитывающий потери пары подшипников качения  $\eta_{пк}=0$ . КПД открытой ременной передачи  $\eta_p=0,92$ . Мощность на выходном валу привода  $P_{вых} = 1,4$  кВт. Определить требуемую мощность электродвигателя.
29. Привод состоит из электродвигателя, ременной и закрытой зубчатой цилиндрической передачи. КПД пары зубчатых колёс  $\eta_z=0,97$ . Коэффициент, учитывающий потери пары подшипников качения  $\eta_{пк}=0$ . КПД открытой ременной передачи  $\eta_p=0,92$ . Мощность на выходном валу привода  $P_{вых} = 3,5$  кВт. Определить требуемую мощность электродвигателя.
30. Две детали соединены двумя фланговыми швами с помощью дуговой сварки электродом. Определить длину  $l$  каждого шва из условия прочности. Усилие разрыва  $F = 90$  кН, катет сварного шва  $K=6$  мм, допускаемое напряжение среза  $[\tau_{ср}]=96$  Н/мм<sup>2</sup>
31. Две детали соединены двумя фланговыми швами с помощью дуговой сварки электродом. Катет сварного шва  $K=5$  мм, длина каждого шва  $l = 300$  мм, допускаемое напряжение среза  $[\tau_{ср}]=96$  Н/мм<sup>2</sup> Определить максимальное усилие разрыва  $F$ .
32. Определить диаметр резьбы болта, нагруженного растягивающей силой  $F=75$  кН. Допускаемое напряжение при растяжении  $[\sigma_p]=160$  Н/мм<sup>2</sup>.
33. Проверить на смятие болтовое соединение нагруженное внешней силой  $F_r=70$  кН., если наименьшая толщина соединяемых деталей 50 мм, резьба на болте М18 допускаемое напряжение на смятие  $[\sigma_{см}]=160$  Н/мм<sup>2</sup>
34. Привод состоит из электродвигателя и закрытой зубчатой цилиндрической передачи. Передаточное число передачи  $i = 8$ ; КПД зубчатой передачи  $\eta = 0,96$ . Мощность электродвигателя  $P_{дв} = 4,5$  кВт, угловая скорость на валу электродвигателя  $\omega = 115$  рад/с. Определить мощность, угловую скорость и вращающий момент на выходном валу передачи.
35. Привод состоит из электродвигателя мощностью  $P_{дв} = 4,5$  кВт, ременной передачи и закрытой зубчатой цилиндрической передачи. Определить мощность на каждом валу привода. КПД ременной передачи  $\eta_1 = 0,92$ ; КПД зубчатой передачи  $\eta_2 = 0,96$ .

Преподаватель:

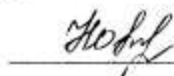


Кудласко А.В.

Рассмотрено и рекомендовано к утверждению на заседании цикловой комиссии машиностроительного цикла.

Протокол № 4 от « 14 » 11 2005г.

Председатель цикловой комиссии:



Н.П.Новодельнова.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРШАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕХАНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ  
КОЛЛЕДЖ»**

**Критерии оценки учебной деятельности учащихся при проведении экзамена  
по дисциплинам: «Техническая механика» и «Основы технической механики».**

<b>Оценка в баллах</b>	<b>Показатели оценки</b>
0	Теоретическая часть (уровень понимания) – максимальная оценка за один вопрос 3 балла. Выставляется при отсутствии ответа,
1	Недостаточно полное (около 30%) и осознанное воспроизведение учебного материала по заданному вопросу, описание объектов изучения с элементами объяснения, применение знаний в знакомой ситуации по образцу. Наличие единичных существенных ошибок.
2	Осознанное воспроизведение большей части (около 60%) учебного материала, описание и объяснение объектов изучения, формирование выводов, наличие единичных, несущественных ошибок.
3	Полное, глубокое знание и воспроизведение программного учебного материала, развернутое описание и объяснение объектов изучения, формирование выводов.
0	Практическая часть (уровень применения) максимальная оценка 4 балла. Выставляется при отсутствии какого - либо решения.
1	Неточная схема решения задания, задача выполнена не более чем на 20%, отсутствие математических расчетов.
2	Неполное решение задания (около 50%), неточность в математических расчетах, отсутствие эпюр.
3	Полное решение задания с применением всех необходимых формул, но неточность в математических расчетах или в построении эпюр.
4	Полное и развернутое описание решения задания, правильно выполненные математические расчеты, правильно построены эпюры.

Преподаватель

Кудлаенко А.В.

Рассмотрено на заседании цикловой комиссии «Машиностроительного цикла»

Протокол № 5 от «15» 12 2005г.

Председатель цикловой комиссии Новodelьнова Н.П.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ОРШАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕХАНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»**

# **Итоговая контрольная работа**

*/Рекомендовано Республиканским  
институтом профессионального  
образования/*

**Итоговая контрольная работа** проводится с целью оценки результатов изучения дисциплины, по которой на заочной форме обучения не предусмотрен экзамен.

На основании отметки по итоговой контрольной работе выставляется отметка по дисциплине.

**Итоговая контрольная работа** проводится за счет времени, отведенного на изучение дисциплины.

### **Образец подписи итоговой контрольной работы**

Итоговая контрольная работа

по дисциплине « \_\_\_\_\_ »

учащегося заочного отделения группы \_\_\_\_\_

специальности « \_\_\_\_\_ »

**Материалы итоговой контрольной работы** со штампом учреждения, обеспечивающего получение среднего специального образования, хранятся до завершения изучения соответствующей дисциплины.

**Отметки, полученные по итоговой контрольной работе,** выставляются в журнал учебных занятий.

Образец оформления итоговой контрольной  
работы

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ОРШАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕХАНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»**

**ИТОГОВАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА**

по дисциплине

« \_\_\_\_\_ »

(наименование дисциплины)

для учащихся заочного отдаления по специальности \_\_\_\_\_

(шифр)

« \_\_\_\_\_ »

(наименование специальности)

**ВАРИАНТ №1**

- 1.
- 2.
- 3.

и т.д.

Контрольная работа составляется не менее чем в шести вариантах

Преподаватель:

Обсуждено и одобрено на заседании цикловой комиссии «Машиностроительного цикла»

Протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2005г.

Председатель цикловой комиссии \_\_\_\_\_



## **Правила заполнения ведомости оценки итоговой контрольной работы**

Ведомость оценки итоговой контрольной работы выдается преподавателю в день проведения контрольной работы.

ГРАФА 2 (фамилия и инициалы учащегося), ГРАФЫ 3,4 (отметка о зачете домашних контрольных работ, лабораторных, практических работ) заполняются методистом.

Остальные графы ведомости заполняются преподавателем, который по окончании экзамена сдает ее вместе с домашними контрольными работами учащихся на заочное отделение.

На оборотной стороне ведомости приведена форма акта, которую заполняют по мере уничтожения домашних контрольных работ.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ОРШАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕХАНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»**

# **Выполнение курсовых проектов**

*Правила текущей и итоговой аттестации  
учащихся учреждений, обеспечивающих  
получение среднего специального образования,  
утвержденные постановлением Министерства  
образования Республики Беларусь от 15 октября  
2003 г. №68/*

## **Курсовой проект (работа).**

- 1. Курсовой проект (работа)** самостоятельная контрольная работа выполняемая учащимся на заключительном этапе изучения дисциплины с целью систематизации, углубления и закрепления полученных знаний и практических умений, формирования навыков самостоятельной работы при решении профессиональных задач. Дисциплины по которым выполняются курсовые проекты (работы) определяются учебным планом специальности.
- 2. Курсовой проект выполняется по техническим дисциплинам, курсовая работа по гуманитарным и экономическим.** В процессе выполнения курсового проекта учащиеся решают задачи конструкторского или технологического характера. Курсовая работа выполняется в форме реферата или описания опытно-экспериментальной работы.
- 3. Курсовой проект (работа) состоит из пояснительной записки и практической части.** Объём пояснительной записки не должен превышать 20 страниц печатного текста. Практическая часть курсового проекта может быть представлена чертежами, схемами, графиками, диаграммами, картинками, сценариями и другими изделиями или продуктами творческой деятельности.
- 4. Общее руководство и контроль хода выполнения курсового проекта (работы)** осуществляет преподаватель соответствующей дисциплины, который проводит консультации за счет часов, предусмотренных на курсовое проектирование учебным планом специальности.
- 5. Темы курсовых проектов (работ)** разрабатываются преподавателем в соответствии с учебной программой дисциплины и обсуждается предметной (цикловой) комиссией.
- 6. Задания для курсовых проектов (работ)** разрабатываются преподавателем индивидуально для каждого учащегося, обсуждается предметной (цикловой) комиссией, подписываются преподавателем-руководителем курсового проекта (работы) и председателем предметной (цикловой) комиссии. Задание выдаётся учащемуся не позднее, чем за полтора месяца до срока сдачи курсового проекта (работы).
- 7. Работа учащихся по выполнению курсового проекта (работы)** осуществляется по графику, составленному преподавателем-руководителем

курсового проекта (работы) где указываются сроки выполнения основных разделов проекта (работы). **Выполнение графика** всеми учащимися группы **проверяется** преподавателем-руководителем **еженедельно**.

- 8. Проверку и приём курсового проекта (работы)** осуществляет преподаватель-руководитель вне расписания учебных занятий. На выполнение этой работы **отводится 45 минут на каждый курсовой проект (работу)**.
- 9. Курсовой проект (работа) оценивается в баллах.** Учащемуся, который получил по курсовому проекту (работе) отметку ниже, чем 4 (четыре) балла, выдаётся другое задание и устанавливается новый срок его выполнения.
- 10. Выполненные и принятые курсовые проекты (работы)** хранятся в кабинете курсового и дипломного проектирования до окончания учащимися учреждения обеспечивающего получение среднего специального образования, после чего уничтожаются в установленном порядке.  
Лучшие курсовые проекты (работы) могут быть использованы для учебно-методических целей в учреждении, обеспечивающем получение среднего специального образования.

## 1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

- 1.1 При оформлении пояснительной записки (ПЗ) курсового проекта руководствоваться следующими ГОСТами ЕСКД:
- ГОСТ 2.105-79. Основные требования к текстовым документам.
  - ГОСТ 2.106-79. Текстовые документы.
- 1.2 ПЗ составляют по формам 5, 5а и 5б, а необходимые таблицы и чертежи допускается выполнять на листах форматов, установленных ГОСТ 2.301-68.
- 1.3 Листы ПЗ курсового проекта скрепляются в следующем порядке:
- Титульный лист
  - Задание
  - Содержание (форма 5).
  - Разделы и подразделы ПЗ согласно задания, (последующие листы форма 5а, 5б).
  - Литература

## 2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ТЕКСТОВЫХ КОНСТРУКТОРСКИХ ДОКУМЕНТОВ.

- 2.1 Текстовые документы выполняются одним из следующих способов:
- **машинописным** - на одной стороне листа через два интервала;
  - **рукописным** - с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм. Цифры и буквы необходимо писать четко, черным цветом.
- 2.2 Расстояние от рамки формы до границ текста следует оставлять: в начале строк не менее 5 мм; в конце строк - не менее 3 мм; абзацы в тексте равны 15-17 мм. (пример выполнения листов текста приведен в приложении 4).
- 2.3 Текстовые документы при необходимости разделяют на разделы и подразделы. Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами с точкой. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номера подразделов состоят из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела должна ставиться точка.

- 2.4 Наименование разделов и подразделов должны быть краткими. Наименование разделов (а также слова "Содержание" и "Литература") записываются в виде заголовков симметрично тексту прописными буквами (чертежным шрифтом №5). Наименование подразделов записывают в виде заголовка (с абзаца) строчными буквами (кроме первой прописной). Расстояние между заголовками и текстом должно быть равным 15 мм., а между заголовками раздела и подраздела -10 мм. Расстояние от верхней линии до заголовка (или текста) и от текста до штампа -10 мм.
- 2.5 Изложение должно быть кратким, чётким. Терминология и определения должны быть едиными и соответствовать установленным стандартам, а при их отсутствии – общепринятыми в научно- технической литературе.
- 2.6 Сокращение слов в тексте и подписях под иллюстрациями не допускаются; исключения составляют сокращения, общепринятые в русском языке, а также установленные соответствующими стандартами.
- 2.7 В формулах в качестве символов следует принимать обозначения, установленные соответствующими стандартами.
- 2.8 Значение символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу должны быть приведены непосредственно под формулой. Значение каждого символа дают с новой строки в той последовательности, в какой они приведены в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться со слов "где" без двоеточия после него.
- 2.9 Формулы ПЗ нумеруются арабскими цифрами в круглых скобках с правой стороны на одном уровне с формулой, в пределах всего документа. Ссылки в качестве ПЗ на формулу дают в скобках, например: "...в формуле (4)".
- 2.10 При оформлении ПЗ могут использоваться иллюстрации. Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации могут быть расположены как по тексту документа (возможно ближе к соответствующим частям текста), так и в конце его или даны в приложении. Иллюстрации должны быть выполнены в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД. Все иллюстрации, если их в документе более одной, нумеруются в пределах раздела арабскими цифрами. Номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделённой точкой, например **Рис. 1.1**, **Рис. 1.2**. Ссылки на иллюстрацию дают по типу: "**рис1.1** или **рис1.2**". Ссылки на ранее упомянутые иллюстрации дают с сокращённым словом "смотри", например "**см. рис.3.2**". Допускается нумерация иллюстраций в пределах всего документа.

Иллюстрации при необходимости могут иметь наименование и поясняющие данные (под рисуночный текст). Наименование помещают над иллюстрацией, поясняющие данные под ней. Номер иллюстрации помещают ниже поясняющих данных.

Пример выполнения листа ПЗ приведен в приложении 4.

### **3. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА.**

- 3.1 Титульный лист является первым листом документа. Он входит в число листов документа (но не нумеруется).
- 3.2 Титульный лист выполняют на листе форматом А4(297 мм х 210 мм) и помещают следующую информацию:
  - Наименование министерства.
  - Наименование учебного заведения.
  - Наименование специальности.
  - Наименование группы.
  - Обозначение документа.
  - Подписи разработчиков документа.
  - Год издания документа (без указания слова «год» или буквы «г»).
- 3.3 Образец выполнения титульного листа курсового проекта – в приложении 2.

### **4. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАГЛАВНОГО ЛИСТА.**

- 4.1 Заглавный лист выполняют по форме 5 (приложение 1). Основную надпись выполняют по ГОСТ 2.104-68 (штамп размером 185х40мм.).
- 4.2 На заглавном листе записывают содержание курсового проекта. В левой части листа перечисляют номера и наименование разделов и подразделов, включённых в ПЗ. В правой части оставляют поле до 25 мм, где указывают только номера листов, на которых начинаются перечисленные разделы или подразделы. Использовать поле для продления текстовых строк не допускается. Пример выполнения заглавного листа приведен в приложении 3.
- 4.3 В случае, если на заглавном листе перечень разрабатываемых в ПЗ вопросов

не помещается, то его продолжают на последующем листе по форме 5а (приложение 1, 2). Основную надпись выполняют по ГОСТ 2.104-68. (Штамп размером 185x15 мм).

## 5. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ТАБЛИЦ.

5.1 Цифровой материал, как правило, принято оформлять в виде таблиц.



Таблица может иметь заголовок, который следует выполнять строчными буквами (кроме первой прописной) и помещать над таблицей посередине. Заголовок должен быть кратким и полностью отражать содержание таблицы. Заголовки граф таблицы начинают с прописных букв, а подзаголовки - со строчных, если они составляют одно предложение с заголовком.

Подзаголовки, имеющие самостоятельное значение, пишут с прописной буквы. В конце заголовков и подзаголовков таблиц знаки препинания не ставят. Заголовки указывают в единственном числе. Диагональное деление таблицы не допускается. Высота строк таблицы, должна быть не менее 8 мм.

5.2 Все таблицы, если в ПЗ больше одной, номеруются в пределах ПЗ. Над правым верхним углом, таблицы помещают надпись 'Таблица... ' с указанием номера таблицы, например: "Таблица2". При наличии заголовка, надпись 'Таблица...' пишут выше заголовка.

5.3 Если таблица не помещается на формате листа, то ее делят на части, которые переносят на другие листы. При переносе таблицы на другие листы слово "Таблица", заголовок (при его наличии) и порядковый номер не повторяют, а головку таблицы повторяют. Над последующими частями пишут "Продолжение табл.2.2".



## 6. ОФОРМЛЕНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ.

Расчётно-пояснительная записка содержит титульный лист, содержание, техническое задание на проектирование, описание разработанной конструкции, расчетную часть, приложения, список использованной литературы.

В записку включаются окончательные данные по конструктивному решению механизма без приведения промежуточных результатов расчетов и вариантов конструкции узлов и механизма в целом.

Задание на курсовой проект содержит название проектируемого устройства, кинематическую схему с исходными данными, содержание расчетной и объем графической частей проекта, а также календарный график выполнения курсового проекта.

При описании разработанного устройства необходимо привести сведения о его назначении, принципе работы, рассмотреть взаимодействие отдельных его узлов, последовательность сборки и разборки, вопросы регулировки устройства.

Расчетная часть пояснительной записки должна соответствовать заданию на проектирование и содержать следующие расчеты:

1. Описание проектируемого редуктора.
2. Выбор электродвигателя. Кинематический и силовой расчёт.
3. Расчёт зубчатых колёс редуктора.
4. Предварительный расчёт валов редуктора.
5. Конструктивные размеры шестерни и колеса.
6. Конструктивные размеры корпуса редуктора.
7. Расчёт цепной (ременной) передачи.
8. Проверка прочности шпоночных соединений.
9. Проверка долговечности подшипников.
10. Уточнённый расчёт валов.
11. Посадки зубчатого колеса и подшипников.
12. Выбор сорта масла.
13. Сборка редуктора.

Каждый расчет должен содержать:

- вид расчета и название детали;
- исходные данные для расчета, расчетные схемы, эскизы и т.д.;
- выбранный материал с представлением его механических характеристик;
- расчетные формулы со ссылкой на источник, с расшифровкой символов, входящих в формулу, и их размерностями. Каждый символ, встречающийся неоднократно, расшифровывается один раз;
- непосредственно расчет;
- полученные в результате расчета значения размеров деталей следует округлять, при необходимости, до стандартных значений.
- заключение по результатам расчета.

## **7. ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВЛЕНИЮ ПЕРЕЧНЯ ЛИТЕРАТУРЫ.**

7.1 В конце ПЗ на отдельном листе приводится перечень используемой литературы. При составлении перечня литературы вначале приводится литература отраслевая, книги по общим вопросам технологии, экономики организации производства, а затем - литература, относящаяся к отдельным разделам проекта. Запись каждого источника выполняют в следующей последовательности:

- Фамилия и инициалы автора (авторов) источника;
- Наименование источника (без кавычек, в конце точка);
- Место издания (в общепринятом сокращении, например: Москва - М, Ленинград - Л., в конце ставится точка и запятая);
- Издательство (без кавычек, с прописной буквы, в конце ставится запятая);
- Год издания или номер и год издания журнала (без буквы " г" или слова "год").

## **8. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ**

Конструирование устройства проводится в соответствии с заданной или принятой схемой механизма на основе результатов прочностного и кинематического расчетов.

Выполнение эскизного варианта общего вида механизма начинают с нанесения осевых линий с учетом межосевых расстояний и диаметров начальных окружностей зубчатых колес, вычерчивают валы без обозначения их размеров по длине, наносят габариты предварительно выбранных подшипников. Детали механизма следует располагать в корпусе компактно, более полно используя его пространство.

В дальнейшем прорабатывают конструкции отдельных деталей, выбирают способы соединения их с другими элементами механизма. При этом необходимо определить:

- способы установки валов в подшипниках;
- крепление зубчатых колес на валах, подшипников - на валах и в корпусе;
- способы регулировки зазоров в подшипниках;
- способы и устройства для смазки подшипников и передач;
- виды и конструктивное оформление несущих деталей.

Конструкция проектируемого механизма должна обеспечивать возможность его сборки и разборки, свободный доступ для регулировки, настройки отдельных узлов и

замены деталей. При проектировании разъемного корпуса необходимо предусмотреть элементы, обеспечивающие фиксацию взаимного положения корпусных деталей и соосность отверстий под подшипники.

При выборе варианта конструкции необходимо изучить известные технические решения и выполнить их анализ, максимально использовать унифицированные детали и узлы. Для повышения технологичности и уменьшения трудоемкости изготовления конструкции следует сокращать номенклатуру используемых стандартных и нормализованных деталей и узлов, а также используемых материалов.

При конструировании детали следует стремиться к упрощению ее конструкции, что приводит к снижению ее себестоимости.

## **9. ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ.**

Графическая часть курсового проекта выполняется с соблюдением требований ЕСКД (Единой системы конструкторской документации) карандашом на ватмане. Возможно выполнение чертежей также на компьютере с использованием программ компьютерной графики и с последующей печатью чертежа. Печать чертежей всех форматов производится на плоттере. Приемка не отпечатанных чертежей (с дискеты), как правило, не производится.

Для выполнения чертежей используются следующие основные форматы:

A0 – 841 x 1189

A1 – 594 x 841

A2 – 420 x 594

A3 – 297 x 420

A4 – 210 x 297

Расположение формата A4 может быть только вертикальное

При выполнении чертежей следует применять масштабы, установленные стандартом: 1:1,

для уменьшения - 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10 и т.д.,

для увеличения - 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1 и т.д.

### **ОФОРМЛЕНИЕ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА (ЧЕРТЕЖА ОБЩЕГО ВИДА)**

Сборочный чертеж механизма выполняется на основании его эскизной проработки карандашом на листе формата A1 либо в виде компьютерной графики. Чертеж должен содержать минимально необходимое число проекций, видов, разрезов и сечений, дающих полное представление о его конструкции и принципе работы.

На чертеже общего вида для упрощения допускается не показывать мелкие

фрагменты деталей и соединений: фаски, проточки, скругления, углубления, зазоры между соединяемыми деталями с незначительно отличающимися номинальными размерами. При использовании большого количества крепежных деталей одного типа и размера можно подробно изображать детали только одного места соединения, а остальные показывать условно. На чертеже допускается упрощенное представление крепежных деталей, резьбы и ее элементов (фаски, сбеги и недорез резьбы).

Чертеж общего вида, кроме графического изображения разрабатываемого изделия, должен содержать необходимые размеры, номера позиций узлов (сборочных единиц) и деталей, входящих в изделие, технические требования по сборке и регулировке отдельных узлов и изделия в целом, его техническую характеристику и т.д.

К размерам, указываемым на сборочном чертеже, относятся:

- габаритные;
- межосевые (в трех плоскостях);
- посадочные (выполняемые по данному чертежу);
- установочные и присоединительные:
- размеры опорной поверхности и размещение в ней крепежных отверстий, диаметр отверстий и толщина опорной поверхности;
- длина и посадочный диаметр входного и выходного валов, их привязка к оси редуктора и высота размещения;
- размеры для транспортировки и упаковки;
- справочные (информационные).

Номера позиций на сборочном чертеже выполняют на полках линий-выносок, которые располагают параллельно основной надписи вне контура чертежа, и группируют в колонку или строчку по возможности на одной линии. Для группы крепежных деталей, относящихся к одному соединению, допускается использовать одну линию-выноску. В этом случае полки для номеров позиций располагают колонкой и соединяют тонкой линией.

Технические требования помещают на поле чертежа над основной надписью в виде столбца, по ширине не превышающего основной надписи. Каждая позиция технических требований нумеруется и начинается с новой строки. Запись ведется сверху вниз.

Технические требования содержат сведения, не отраженные на чертеже. К ним относятся:

- указания размеров, относящихся к справочным;
- предельные отклонения размеров, формы и расположения поверхностей, которые должны быть выдержаны при сборке;
- требования к точности монтажа (допустимые осевые и радиальные зазоры, биения и т.п.);
- указания о маркировке и клеймении;
- правила транспортировки и хранения;
- особые условия эксплуатации;
- тип смазки подвижных соединений;
- способы стопорения резьбовых соединений;
- требования по обработке (покраске) поверхностей;
- требования по обкатке изделия и защите (ограждению) опасных мест.

Техническая характеристика размещается на свободном поле чертежа (отдельно от технических требований), имеет самостоятельную нумерацию и снабжается заголовком "Техническая характеристика". Она содержит дополнительные сведения об изделии. Например, для редуктора может содержать сведения о передаваемой мощности, передаточном числе, частоте вращения валов, крутящем моменте на выходном валу и т.д.

К сборочному чертежу прилагается текстовый документ - спецификация, которая выполняется в соответствии с ГОСТ 2.108-68 на листах формата А4 и оформляется в виде приложения к пояснительной записке.

В соответствии с ГОСТ 2.108-68 в спецификации предусмотрено 8 разделов, однако в курсовом проекте обычно достаточно 3-4 раздела: "Документация", "Сборочные единицы", "Детали", "Стандартные изделия", "Материалы". Указанные наименования разделов записываются в графе "Наименование".

Заполнение спецификации производится сверху вниз в следующем порядке:

- документация;
- разработанные узлы (сборочные единицы);
- пояснительная записка;
- заимствованные и нормализованные узлы;
- самостоятельно разработанные детали;
- заимствованные и нормализованные детали;
- стандартные детали, которые группируются по однородным группам, например, "крепежные детали", "подшипники качения" и т.д.

В графе "Поз." спецификации указывают порядковый номер составного элемента разработанного устройства. Этот номер соответствует позиции элемента на сборочном чертеже.

В графе "Формат" указывают форматы документов, обозначения которых записывают в графе "Обозначение".

В графе "Зона" указывают обозначения зоны, в которой находится номер позиции. Разбивка чертежа на зоны производится по ГОСТ 2.104-68.

В графе "Обозначение" указывают шифр чертежа элементов изделия. Для стандартных изделий эта графа не заполняется.

В графе "Наименование" указывают наименование изделий; для стандартных изделий, кроме наименования, указывают условное обозначение в соответствии со стандартом.

## **9.2 ОФОРМЛЕНИЕ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ.**

Рабочий чертеж детали выполняется в соответствии с ГОСТ 2.109-73 и представляет документ, содержащий все сведения, необходимые для ее изготовления и контроля.

Деталь на чертеже располагается в положении, соответствующем ее положению при изготовлении или в положении детали на сборочном чертеже узла.

В графической части чертежа кроме основного содержания должны быть представлены:

- все необходимые виды, разрезы и сечения (ГОСТ 2.305-68);
- все необходимые и правильно поставленные размеры для удовлетворения конструкционных, технологических и монтажных требований;
- обоснованные посадки и предельные отклонения (ГОСТ 2.307-68);
- соответствующая шероховатость поверхностей (ГОСТ 2.309-73);
- необходимые допуски формы и расположения поверхностей (ГОСТ 2.308-79);
- обозначение покрытий, термической и других видов обработки (ГОСТ 2.310-68, 9.032-74, 9.306-85);
- обозначение швов сварных и неразъемных соединений (ГОСТ 2.312-72, ГОСТ 2.313-82);
- наименование и марка материала с указанием стандарта на материал и сортамент.

Чертежи типовых деталей: зубчатых колес, червяков и червячных колес, звездочек, зубчатых соединений, пружин должны выполняться в соответствии с ГОСТ 2.401-75 ... 2.409-75 и содержать таблицу параметров этих типовых деталей.

Все надписи на чертежах выполняются чертежным шрифтом (ГОСТ 2.304-81).  
Каждый рабочий чертеж должен содержать основную надпись.