

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Магомед Шавалович

Должность: Ректор

Дата подписания: 19.11.2017 15:01:14

Уникальный программный ключ

236bcc35c296f119d6a4dc22870121d152fb0797ca86805c582559fa4304c

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГОРНОСЛАВЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

имени академика М. Д. Миллионщикова



«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор

П. П. Заурбеков

« 19 » 01 2017 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Прикладная механика»

Направление подготовки

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль подготовки

«Электропривод и автоматика»

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Грозный-2017г.

### **1. Цели и задачи дисциплины.**

Цель дисциплины- дать знания основных теоретических положений прикладной механики, ознакомить с общими законами данной дисциплины и показать применение этих законов к решению конкретных инженерных задач, формировать целостную систему инженерного мышления.

Задачи дисциплины: развитие у студентов логического мышления, овладения основными методами исследования и решения задач механики. Подготовка специалистов способных разбираться в огромном количестве находящихся в эксплуатации машин и механизмов, умеющих выбирать из них наиболее целесообразные для данного технологического процесса.

### **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к циклу общенаучных предметов и осуществляет общетехническую подготовку специалистов. Изучение дисциплины «Прикладная механика» опирается на курсы математики и физики и требуется знание: теоретической механики, начертательной геометрии и инженерной графики и является дисциплиной вариативной части. В свою очередь, данный курс, помимо самостоятельного значения, является предшествующей дисциплиной для курсов: гидравлика и гидравлические машины, тепло динамика и теплотехника, электротехника и теоретические основы электротехники.

### **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

#### **общепрофессиональных:**

- способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-1);

- способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-2);

#### **профессионально-прикладными:**

- способностью использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса (ПК-8);

- способностью составлять и оформлять типовую техническую документацию (ПК-9);

#### **В результате освоения дисциплины студент должен.**

##### **- знать:**

- основные модели механики и границы их применения (модели материала, формы, сил, отказов); (ОПК-1);

- основные методы исследования нагрузок, перемещений и напряженно-деформированного состояния в элементах конструкций, методы проектных и проверочных расчетов изделий; (ОПК-2);

- методы проектно-конструкторской работы; подход к формированию множества решений проектной задачи на структурном и конструкторском уровнях; общие требования к автоматизированным системам проектирования; (ПК-8)

**- уметь:**

- выполнять расчёты на прочность, жёсткость и долговечность узлов и деталей оборудования при простых видах нагружения, а также простейшие кинематические расчёты движущихся элементов этого оборудования. (ОПК-2);

**владеть:**

- навыками выбора аналогов и прототипа конструкций при их проектировании; (ПК-9);
- навыками проведения расчетов по теории механизмов и механике деформируемого тела; (ОПК-2);
- навыками оформления проектной и конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД; (ПК-9);
- навыками выбора материалов и назначения их обработки; (ПК-8);
- навыками работы на компьютерной технике с графическими пакетами для получения конструкторских, технологических документации. (ПК-9);

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов/з.е.		Семестры			
	ОФО (акад.)	ОФО (прик.)	ОФ О	ОФО (акад.)	ЗФО	ОФО (прик.)
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>51/1,41</b>	<b>51/1,4</b>		<b>4</b>		<b>4</b>
В том числе:				<b>51</b>		<b>16</b>
Лекции	34/0,94	17/0,5		34		17
Практические занятия (ПЗ)	17/0,47	34/0,9		17		34
Семинары (С)						
Лабораторные работы (ЛР)						
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>93/2,58</b>	<b>57/5,66</b>		<b>93</b>		<b>57</b>
Расчетно-графические работы	20	10		20		10
Контрольная работа						
Темы для самостоятельного изучения	37	11		37		11
Подготовка к практическим занятиям						
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам						
Подготовка к отчетам по лабораторным работам						
Подготовка к зачету						
Подготовка к экзамену	36	36		36		36
<b>Вид отчетности</b>	Экз.	Экз.		Экз.		Экз.
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ВСЕГО в часах</b>	144	108	144		108
	<b>ВСЕГО в з.ед.</b>	4	3	4		3

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1 Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц. зан. час	Практ зан. час.	Лаб. зан. час	Семина. зан. часы	Всего часов
1	Сопротивление материалов	12	6			18
2	Теория механизмов и машин	10	5			15
3	Детали машин и основы конструирования	12	6			18

### 5.2. Лекционные занятия

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Сопротивление материалов	1. Введение. Значения и задачи курса сопротивления материалов. Физические свойства деформируемых тел: однородность, сплошность, изотропность, упругость, и пластичность. Схематизация объектов изучения: брус, пластина, оболочка, массив. Внешние и внутренние силы. Метод сечений. Понятие о напряжениях. Деформации и перемещения. 2 часа
		2. Растяжение и сжатие. Внутренние силы и напряжения. Эпюры нормальных сил и напряжений при растяжении и сжатии. Деформации продольные и поперечные. Законы Гука. Допускаемые напряжения. Расчет на прочность при растяжении и сжатии. 2 часа.
		3. Чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге. Кручение как вид поперечного нагружения круглого бруса. Эпюры внутренних сил при кручении. Касательные напряжения при кручении бруса. Определение диаметра вала из условий прочности и жесткости. 4 часа.
		4. Чистый изгиб. Поперечный изгиб. Определение внутренних усилий (изгибающие моменты и поперечные силы) при изгибе. Построение эпюр от поперечных сил и изгибающих моментов. Дифференциальные зависимости между интенсивностью распределенной нагрузки, поперечной силой и изгибающим моментом. Нормальные напряжения при чистом изгибе и расчеты на прочность. Касательное напряжение поперечном изгибе. Перемещение при изгибе и расчеты на жесткость. 4 часов.

		<p>5. Сложные виды деформированного состояния. Гипотезы прочности. Совместное действие изгиба и кручения. Расчет вала при изгибе с кручением по третьей и четвертой теории прочности. 2 часа (самостоятельной работы)</p>
		<p>6. Расчеты на прочность при динамических нагрузках. Динамические нагрузки. Вычисление напряжений при равноускоренном движении. Расчет вращающегося кольца. Диск равного сопротивления. Вращающийся диск постоянной величины. Основные понятия о влиянии переменных напряжений на прочность материала. Циклические напряжения. Составление условия прочности при переменных напряжениях и сложном напряженном состоянии. 2 часа (самостоятельной работы)</p>
		<p>Механические колебания. Свободные колебания систем с одной степенью свободы. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы. Влияние резонанса на величину напряжений. Вычисление напряжений при колебаниях. Учет массы упругой системы при колебаниях. 2 часа (самостоятельной работы)</p>
		<p>Напряжения при ударе. Определение перемещений и напряжений при ударе. Частные случаи вычисления напряжений и проверка прочности при ударе. Учет массы упругой системы, испытывающий удар. 4 часа (самостоятельной работы)</p>
2	Теория механизмов и машин.	<p>7. Машины и механизмы. Механика машин и ее основные разделы. Основные понятия и определения. Структурный анализ механизмов. Кинематические пары и их классификация. Кинематические цепи. Структурная формула пространственных и плоских механизмов. Структурная классификация плоских механизмов. 2 часа.</p>
		<p>8. Кинематический анализ механизмов. Определение положения звеньев групп и построение траекторий, описываемых точками звеньев механизмов. Определение скоростей и ускорений групп II и III класса методом планов. Кинематическое исследование механизмов методом диаграмм. 4 часа.</p>
		<p>9. Динамический анализ механизмов. Задачи силового расчета. Силы, действующие на звенья механизмов. Диаграммы сил, работ и мощностей. Определение сил инерции звеньев. Метод замещающих точек. Трение в механизмах 4 часа.</p>
		<p>10. Энергетические характеристики механизмов. Режимы движения механизмов. Механический КПД. Определение КПД механизма. Приведенные силы и моменты, приведенная масса и приведенный момент</p>

		инерции механизма. Исследование движения с помощью уравнения кинетической энергии. 2 часа(самостоятельной работы)
3.	Детали машин и основы конструирование	11. Основы проектирования деталей машин. Определение понятий: деталь, узел, агрегат. Виды нагрузок действующих на детали машин. Основные критерии работоспособности и расчета деталей машин: прочность, жесткость, устойчивость, теплостойкость, износостойкость. Расчет по контактным напряжениям. Кратная характеристика машиностроительных материалов и методов упрочения. Стандартизация и её значение. Основные принципы проектирования деталей машин. 2 часа
		12.Соединение деталей и аппаратов. Резьбовые соединения. Резьба, основные параметры. Крепежные детали и типы соединений. Материалы крепежных деталей. Особенности работы резьбовых соединений. Критерии работоспособности и расчёты резьбовых соединений. Особенности расчёта групповых соединений. Общая характеристика сварных соединений. Типы швов, расчёт на прочность сварных швов, нагруженных центральной силой, моментом и при их совместном действии. Заклепочные соединения. Основные типы заклёпок. Классификация швов по назначению и конструкции, конструирование заклёпочных швов. Проверка шва на прочность. Клеевые соединения. Достоинства, недостатки, область применения. Расчёт клеевых соединений. Паяные соединения 2 часа.(самостоятельной работы)
		13. Механические передачи вращательного движения. Назначение и роль передач в технике. Принцип работы и краткая классификация механических передач. Основные характеристики передач. Виды зубчатых передач, их достоинства и недостатки. Основная теорема зубчатого зацепления. Основные геометрические и кинематические параметры эвольвентного зацепления. Определения КПД и передаточных чисел сложных зубчатых передач с неподвижными геометрическими осями. Критерии работоспособности и методы расчёта передач на прочность. Силы, действующие в прямозубых и косозубых цилиндрических передачах. Материалы зубчатых колёс. Методы расчёта зубьев цилиндрических передач на выносливость по контактным напряжениям и по напряжениям изгиба. Особенности конструкции и расчёта конических зубчатых передач. Основные виды зубчатых редукторов и стандарты на их основные параметры. 4 часа

		<p>14. Червячные передачи. Принцип работы и область применения червячных передач, их достоинства и недостатки. Конструкция и материалы червяка и червячного колеса. Основные геометрические параметры и кинематические соотношения в червячных передачах. КПД червячной передачи. Силы, действующие в червячном зацеплении. Расчёт зубьев червячного колеса на выносливость по контактным напряжениям и по напряжениям изгиба. Червячные редукторы, стандарт на их основные параметры. Проверочный расчёт червячных редукторов на нагрев и способы их охлаждения. Смазка редукторов. 2 часа(самостоятельной работы)</p> <p>15. Ремённые передачи. Общие сведения о передачах, их краткая классификация, достоинства и недостатки. Геометрия и кинематика передач. Трение между ремнём и швом. Силы, действующие на вала ремённых передач. Критерии работоспособности и методы расчёта передач плоскими ремнями. Расчёт ремённых передач по тяговой способности. Особенности конструкции и расчёта клиноременных передач. 2 часа</p> <p>16. Фрикционные передачи и вариаторы. Общие сведения о передачах, их достоинства и недостатки. Кинематический и силовой расчёты. Конструкции, материалы и расчёт на прочность фрикционных передач. Фрикционные вариаторы, диапазон регулирования. 1 час (самостоятельной работы)</p> <p>17. Валы и оси, их опоры и соединения. Общие сведения о валах и осях, их конструкции и материалы. Проектные и проверочные расчёты валов на статическую и усталостную прочность. Цапфы. Конструктивные формы цапф. Конструкции подшипниковых узлов. Соединения с натягом. Прочность соединения с натягом. Посадочное давление. Шпоночные и зубчатые (шлицевые) соединения. Стандартные типы шпонок, их применение и принципы работы. Материалы шпонок. Метод подбора шпонок по ГОСТУ и их проверка. Штифтовые и профильные соединения 4 часа.</p> <p>18. Подшипники, муфты. Подшипники скольжения. Назначение подшипников, их основные типы и области применения. Вкладыш подшипников и их материалы. Смазка подшипников скольжения. Методы расчёта подшипников скольжения. Подшипники качения. Назначение, конструкция, краткая классификация и области применения подшипников качения. Подбор и проверка подшипников качения по ГОСТУ (динамической грузоподъёмности).</p>
--	--	--

		Муфты для валов. Назначение и краткая классификация муфт. Конструкции, работа и методы расчёта, отдельных видов муфт: втулочных, фланцевых, зубчатых, фрикционных, кулачковых, центробежных. 2 часа. (самостоятельной работы)
--	--	--

## 5.2. Лабораторный практикум

Не предусмотрен

## 5.3. Практические занятия (семинары)

Таблица 5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Сопротивление материалов	Растяжение и сжатие . Решение задач.
		Сдвиг и кручение. Решение задач.
		Плоский изгиб. Решение задач.
2.	Теория механизмов и машин	Кинематический анализ механизмов. Решение задач
		Силовой анализ механизмов. Решение задач.
3.	Детали машин и основы конструирование	Ремённые передачи. Решение задач.
		Зубчатые передачи. Решение задач.
		Валы и оси. Решение задач.

## 6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине

Темы для самостоятельного изучения

1. Совместное действие изгиба и кручения
2. Динамические нагрузки. Вычисление напряжений при равноускоренном движении..
3. Механические колебания.
4. Напряжения при ударе.
5. Энергетические характеристики механизмов.
6. Соединение деталей и аппаратов.
7. Фрикционные передачи и вариаторы.
8. Червячные передачи..
9. Подшипники, муфты.



## Расчетно-графические работы

### Образец задания РГР №1

#### Пример решения задания

Дано: номер схемы – 2;  $P_1 = 0,5 \text{ кН}$ ;  $P_2 = 0,8 \text{ кН}$ ;  $P_3 = 2,2 \text{ кН}$ ;  $a = 0,5 \text{ м}$ ;  $b = 0,5 \text{ м}$ ;  $c = 0,35 \text{ м}$ ;  $d = 0,25 \text{ м}$ . Величина  $F = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ .

Решение

Изобразим на отдельном листе схему нагружения стержня, проставим необходимые размеры (рис. 8).

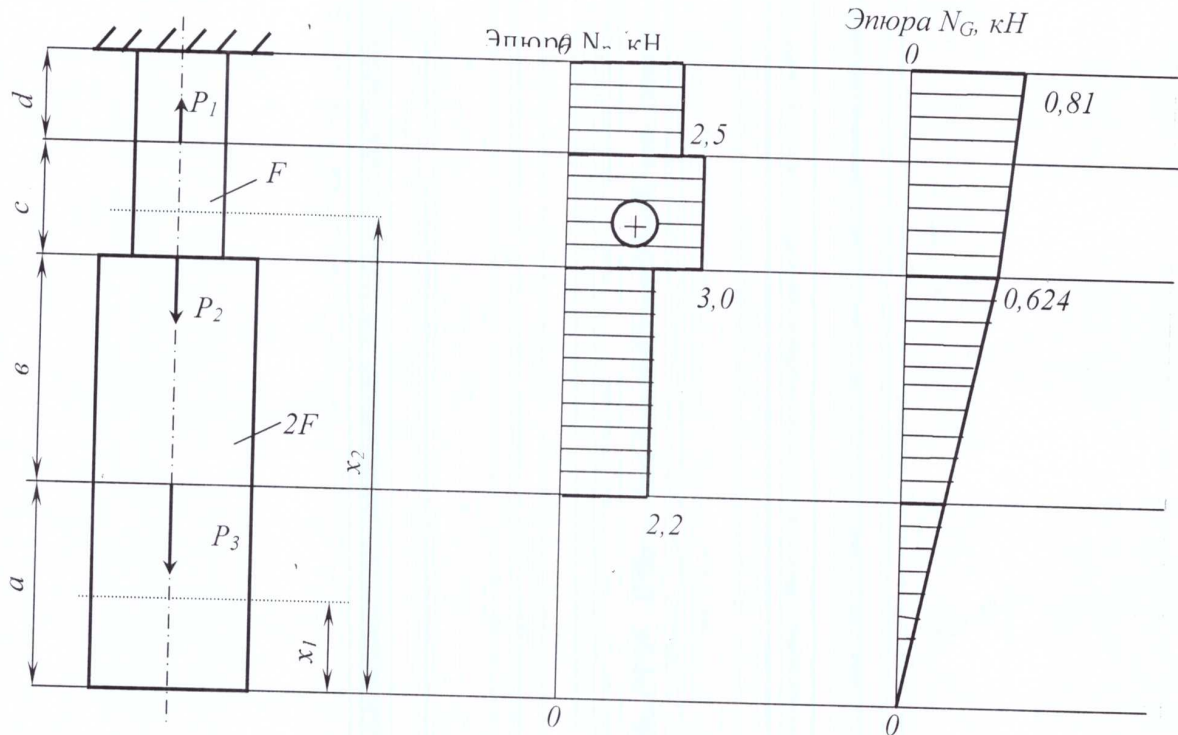


Рис. 8

Определим внутренние продольные силы, возникающие в поперечных сечениях стержня только под действием приложенных сил  $P$ . На участке  $a$ :  $N_p = 0$ ; на участке  $b$ :  $N_p = P_3 = 2,2 \text{ кН}$  (растяжение); на участке  $c$ :  $N_p = P_3 + P_2 = 2,2 + 0,8 = 3,0 \text{ кН}$  (растяжение); на участке  $d$ :  $N_p = P_3 + P_2 - P_1 = 2,2 + 0,8 - 0,5 = 2,5 \text{ кН}$  (растяжение).

Справа от схемы нагружения стержня строим по полученным значениям эпюру  $N_p$ .

Определим внутренние продольные силы  $N_G$ , возникающие в поперечных сечениях только под действием его собственного веса.

Заданный стержень состоит из двух участков:  $a+b$  и  $c+d$ , отличающихся площадями поперечного сечения соответственно  $2F$  и  $F$ .

Внутренняя сила в поперечном сечении первого участка на расстоянии  $x_1$  от его нижнего конца  $N_G = 2F\gamma x_1$ . При  $x_1 = 0$ ,  $N_G = 0$ , при  $x_1 = a+b$ ,  $N_G = 2F\gamma(a+b) = 2 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot 78 \cdot 10^3 (0,5 + 0,5) = 624 \text{ Н} = 0,624 \text{ кН}$ .

Внутренняя сила в поперечном сечении второго участка стержня на расстоянии  $x_2$  от его нижнего конца  $N_G = 2F\gamma(a+b) + F\gamma(x_2 - a - b)$ .

При  $x_2 = a+b$ :

$$N_G = 2F\gamma(a + \epsilon) + F\gamma(a + \epsilon - a - \epsilon) = 2 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot 78 \cdot 10^3 (0,5 + 0,5) = 624H = 0,624кН.$$

При  $x_2 = a + \epsilon + c + d$ :

$$N_G = 2F\gamma(a + \epsilon) + F\gamma(a + \epsilon + c + d - a - \epsilon) = 2 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot 78 \cdot 10^3 (0,5 + 0,5) + 4 \cdot 10^{-3} \cdot 78 \cdot 10^3 (0,5 + 0,5 + 0,35 + 0,25 - 0,5 - 0,5) = 810H = 0,81кН$$

По полученным значениям строим эпюру  $N_G$ .

Находим перемещение поперечного сечения стержня, в котором приложена сила  $P_2$ . Искомое перемещение  $\delta$  будет равно сумме деформации  $\Delta l_{N_p}$  участков  $c$  и  $d$ , вызванной действием внутренних сил  $N_p$  на этих участках, и  $\Delta l_{N_G}$  тех же участков, вызванной действием собственного веса стержня:  $\delta = \Delta l_{N_p} + \Delta l_{N_G}$ . При этом первое слагаемое

$$\Delta l_{N_p} = \Delta l_d + \Delta l_c = \frac{N_1 d}{EF} + \frac{N_2 c}{EF} = \frac{2,5 \cdot 0,25}{2 \cdot 10^{11} \cdot 4 \cdot 10^{-3}} + \frac{3,0 \cdot 0,35}{2 \cdot 10^{11} \cdot 4 \cdot 10^{-3}} = 2,09 \cdot 10^{-6} м = 2,09 \cdot 10^{-3} мм,$$

где  $\Delta l_d$  - деформация участка  $d$  под действием внутренней силы  $N_p = N_1 = 2,5кН$  на этом участке;  $\Delta l_c$  - деформация участка  $c$  под действием внутренней силы  $N_p = N_2 = 3,0кН$  на участке  $c$ .

Второе слагаемое

$$\Delta l_{N_G} = \Delta l_{(c+d)} + \Delta l_{(a+\epsilon)} = \frac{\gamma(c+d)^2}{2E} + \frac{2F(a+\epsilon) \cdot \gamma(c+d)}{EF} = \frac{78 \cdot 10^3 \cdot (0,35 + 0,25)^2}{2 \cdot 2 \cdot 10^{11}} + \frac{2 \cdot (0,5 + 0,5) \cdot 78 \cdot 10^3 \cdot (0,35 + 0,25)}{2 \cdot 10^{11}} = 54 \cdot 10^{-8} м = 0,54 \cdot 10^{-3} мм$$

где  $\Delta l_{(c+d)}$  - деформация участка длиной  $c+d$  под действием его собственного веса;  $\Delta l_{(a+\epsilon)}$  - деформация того же участка под действием веса расположенной ниже части стержня длиной  $a+\epsilon$ .

$$\text{Искомое перемещение } \delta = 2,09 \cdot 10^{-3} + 0,54 \cdot 10^{-3} = 2,63 \cdot 10^{-3} мм.$$

## Образец задания РГР №2

### Пример выполнения задания

Расчетные данные:  $M_2 = 955 (Н \cdot м)$ ,  $\omega_2 = 4,7 (рад / с)$ ;  $u_{3,n} = 5$

1. Выбираем материалы колеса и шестерни. для изготовления зубчатых колес выбираем сталь с термообработкой. Для прирабатываемости зубьев колеса, материал шестерни принимают с большей твердостью зубьев.

для колеса принимаем сталь 35Л, твердость зубьев  $HB_{2cp} = 163...207$ .

для шестерни принимаем сталь 45, твердость зубьев  $HB_{1cp} = 235....262$ .

2. Допускаемые напряжения, возникающие в месте контакта зубьев колес.

Для материала зубьев колеса:

$$[\sigma]_{i2} = 1,8 \cdot \hat{A}_{2\text{н}\delta} + 67 = 1,8 \cdot \frac{163 + 207}{2} + 67 = 400 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

$$[\sigma]_{F2} = 1,033 \cdot \hat{A}_{2\text{н}\delta} = 1,033 \cdot \frac{163 + 207}{2} = 191 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

Для материала зубьев шестерни:

$$[\sigma]_{i1} = 1,8 \cdot \hat{A}_{1\text{н}\delta} + 67 = 1,8 \cdot \frac{235 + 262}{2} + 67 = 514 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

$$[\sigma]_{F1} = 1,033 \cdot \hat{A}_{1\text{н}\delta} = 1,033 \cdot \frac{235 + 262}{2} = 256,7 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

3. Межосевое расстояние:

принимая коэффициент ширины колеса при симметричном расположении опор:  $\varphi_a = 0,4$

коэффициенты нагрузки для прирабатывающихся колес:  $\hat{E}_{i\beta} = 1,0$ ,  $\hat{E}_{F\beta} = 1,0$

$$Q_W \geq 49,5 \cdot (U_{3,n} + 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{M_3 \cdot 10^3 \cdot K_{H\beta}}{\varphi_a \cdot u_{3,n}^2 \cdot [\sigma]_{H2}^2}} = 49,5 \cdot (5 + 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{955 \cdot 10^3}{0,4 \cdot 5^2 \cdot 400^2}} = 246 \text{ мм}$$

Стандартное значение:  $Q_W = 250 \text{ мм}$

4. Ширина венца колеса:  $\hat{a}_2 = \varphi_a \cdot Q_W = 0,4 \cdot 250 = 100 \text{ мм}$

5. Модуль зубьев передачи:  $m = (0,01 \dots 0,02) \cdot Q_W = 0,01 \cdot 250 \dots 0,02 \cdot 250 = 2,5 \dots 5 \text{ мм}$

принимая стандартное значение:  $m = 4 \text{ мм}$

6. Суммарное число зубьев:  $Z_\Sigma = \frac{2 \cdot Q_W}{m} = \frac{2 \cdot 250}{4} = 125$  принимаем  $Z_\Sigma = 125$

число зубьев шестерни:  $Z_1 = \frac{Z_\Sigma}{U_{\varphi,i} + 1} = \frac{125}{5 + 1} = 20,8$  принимаем  $Z_1 = 21$

число зубьев колеса:  $Z_2 = Z_\Sigma - Z_1 = 125 - 21 = 104$

7. Фактическое передаточное число:  $U_{\delta} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{104}{21} = 4,95$

8. Фактические основные геометрические размеры передачи:

делительный диаметр шестерни:  $d_1 = m \cdot Z_1 = 4 \cdot 21 = 84 \text{ мм}$

делительный диаметр колеса:  $d_2 = m \cdot Z_2 = 4 \cdot 104 = 416 \text{ мм}$

межосевое расстояние:  $Q_W = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{84 + 416}{2} = 250 \text{ мм}$

диаметры вершин шестерни и колеса:  $d_{a1} = d_1 + 2m = 84 + 2 \cdot 4 = 92 \text{ мм}$

$$d_{a2} = d_2 + 2m = 416 + 2 \cdot 4 = 424 \text{ мм}$$

диаметры впадин шестерни и колеса:  $d_{f1} = d_1 - 2,5m = 84 - 2,5 \cdot 4 = 74 \text{ мм}$

$$d_{f2} = d_2 - 2,5m = 416 - 2,5 \cdot 4 = 406 \text{ мм}$$

Ширина зубчатого венца шестерни:  $b_1 = b_2 + 4 = 100 + 10 = 110 \text{ мм}$

Конструктивные размеры зубчатого колеса:

диаметр ступицы  $d_{CT2} = 1,6 \cdot d_2'' = 1,6 \cdot 30 = 48 \text{ (мм)}$ ;

длина ступицы  $l_{CT2} \geq 1,2 \cdot d_2'' = 1,2 \cdot 30 = 36 \text{ (мм)}$ ;

толщина обода  $\delta_o = 2,5 \cdot m = 2,5 \cdot 4 = 10 \text{ (мм)}$ ;

толщина диска  $S = 0,3 \cdot b_2 = 0,3 \cdot 100 = 30 \text{ (мм)}$ ;

Принимаем диаметры: - быстроходного вала:  $d_1' = 25, \text{ мм}$

- тихоходного вала:  $d_2'' = 30 \text{ мм}$

9. Окружная скорость зубчатых колес:  $V_2 = \frac{d_2 \cdot \omega_3}{2} = \frac{0,416 \cdot 4,71}{2} = 1 \text{ м/с}$

10. Степень точности изготовления зубчатых колес: назначаем 9

11. Силы в зацеплении: окружная сила:  $P_t = \frac{2 \cdot M_3 \cdot 10^3}{d_2} = \frac{2 \cdot 955 \cdot 10^3}{416} = 4591 \text{ Н}$

радиальная сила:  $P_r = P_t \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 4591 \cdot 0,364 = 1671 \text{ Н}$

12. Проверка зубьев колеса по контактным напряжениям:

коэффициент динамичности нагрузки:  $K_{Hv} = 1,05$

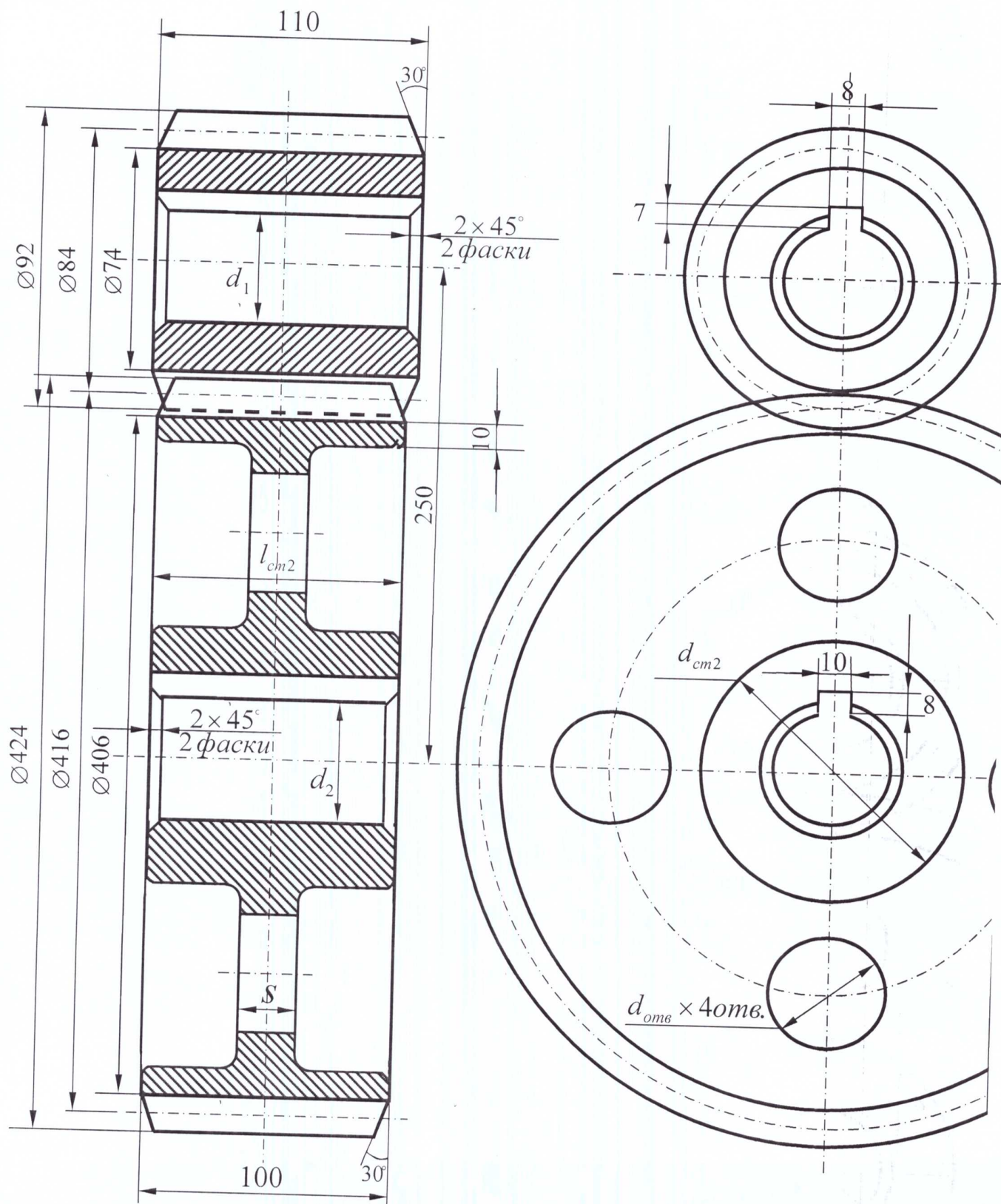
Расчетные контактные напряжения:

$$\sigma_H = 436 \cdot \sqrt{\frac{P_t \cdot (U_\phi + 1)}{d_2 \cdot b_2}} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{Hv} = 436 \cdot \sqrt{\frac{4591 \cdot (4,95 + 1)}{416 \cdot 100}} \cdot 1,05 \cdot 1 = 362 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \leq 400 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$$

Поверхностная контактная прочность зубьев соблюдается.

Графическая часть выполним с учётом выбранного масштаба на листе формата А3

Чертёж прямозубой цилиндрической передачи:



## Перечень учебно-методического обеспечения для СРС

1. Гериханов А.К., Шуаипов А.А., Бурсагов Р.А. Методические указания по выполнению расчетно-графических и контрольных работ по дисциплине «Соппротивление материалов» для студентов всех специальностей ГГНИ очной и заочной форм обучения. г. Грозный., 2005.
2. Махматхаджиева Р.С., Магомадова Л.У., Самбиев А.И. Методические указания по выполнению расчётно-графических и контрольных работ по дисциплине «Прикладная механика» для студентов всех специальностей ГГНИ очной и заочной форм обучения . г. Грозный., 2014.

### 7.Фонды оценочных средств

Фонд оценочных средств дисциплины включает в себя:

- паспорт фонда оценочных средств по дисциплине;
- вопросы к экзамену для проведения промежуточной аттестации;
- тестовые задания для проведения промежуточной аттестации;
- контрольной работе №1 для проведения текущего контроля;
- контрольной работе №2 для проведения текущего контроля;
- контрольной работе №3 для проведения текущего контроля;
- контрольной работе №4 для проведения текущего контроля;.

#### Паспорт фонда оценочных средств дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)		Наименование оценочного средства
1	Введение. Значения и задачи курса сопротивление материалов	ОПК-1 ПК-8	ОПК-2 ПК-9	Блиц -опрос
2	Растяжение и сжатие	ОПК-1 ПК-8	ОПК-2 ПК-9	Тестирование РГР задачи
3	Сдвиг. Кручение.	ОПК-1 ПК-8	ОПК-2 ПК-9	Контрольная работа Тестирование задачи
4	Чистый изгиб.	ОПК-1 ПК-8	ОПК-2 ПК-9	Тестирование РГР задачи

5	Механика машин и ее основные разделы. Основные понятия и определения.	ОПК-1 ПК-8	ОПК-2 ПК-9	Блиц -опрос
6	Кинематический анализ механизмов.	ОПК-1 ПК-8	ОПК-2 ПК-9	Контрольная работа Тестирование задачи
7	Силовой анализ механизмов.	ОПК-1 ПК-8	ОПК-2 ПК-9	Контрольная работа Тестирование задачи
8	Основы проектирования деталей машин. Определение понятий: деталь, узел, агрегат. Виды нагрузок действующих на детали машин.	ОПК-1 ПК-8	ОПК-2 ПК-9	Тестирование задачи
9	Механические передачи вращательного движения.	ОПК-1 ПК-8	ОПК-2 ПК-9	Тестирование РГР
10	Валы и оси, их опоры и соединения.	ОПК-1 ПК-8	ОПК-2 ПК-9	Задачи Контрольная работа Тестирование

### Критерии оценки знаний студента на экзамене

**Оценка «отлично»** выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

**Оценка «хорошо»** - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

**Оценка «удовлетворительно»** - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

**Оценка «неудовлетворительно»** - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

### **Критерии оценки знаний студентов при проведении тестирования**

**Оценка «отлично»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 85% тестовых заданий;

**Оценка «хорошо»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 70% тестовых заданий;

**Оценка «удовлетворительно»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее - 51%;

**Оценка «неудовлетворительно»** выставляется при условии правильного ответа студента менее чем на 50% тестовых заданий.

### **Критерии оценки знаний студентов при проведении контрольной работы**

**Оценка «отлично»** выставляется при условии выполнения работы студентом не менее чем на 85%;

**Оценка «хорошо»** выставляется при условии выполнения работы студентом не менее чем на 70%;

**Оценка «удовлетворительно»** выставляется при условии выполнения работы студентом не менее - 51%;

**Оценка «неудовлетворительно»** выставляется при условии выполнения работы студентом менее чем на 50%

### **Вопросы к первой рубежной аттестации**

1. Задачи и методы расчётов в курсе сопротивления материалов.
2. Продольная и поперечная деформация. Коэффициент Пуассона.
3. Распределённые и сосредоточенные нагрузки
4. Расчётные модели (схемы) . Механическое напряжение.
4. Понятия прочности, жёсткости и устойчивости .
5. Основные механические характеристики и свойства материалов.
6. Предельные и допускаемые напряжения. Коэффициент запаса прочности.
7. Внешние и внутренние силы. Метод сечений.
8. Растяжение и сжатие.
9. Определение продольных сил при растяжении и сжатии
10. Потенциальная энергия при растяжении (сжатии) стержня.
11. Деформация сдвига. Закон Гука при сдвиге.
12. Вывод закона парности касательных напряжений при сдвиге.
13. Кручение. Расчёт на прочность вала при кручении.  
Определение внутренних крутящих моментов при кручении и построение эпюр
14. Формула определения углов закручивания при кручении вала.
15. Чистый и поперечный изгиб.
16. Определение внутренних усилий в поперечных сечениях балки при изгибе.
17. Дифференциальные зависимости распределённой нагрузки , поперечной силы и изгибающего момента при изгибе балки.
18. Правило знаков при определении поперечных сил и изгибающих моментов в теории изгиба.
19. Особенности построения эпюр от поперечных сил и изгибающих моментов при расчёте консольной балки на изгиб.



20. Гипотеза Бернулли. Вывод формулы нормального напряжения в точке сечения при изгибе балки
21. Напряжения при изгибе и расчёт брусков на прочность.
22. Формула проверочного расчёта на прочность вала по опасному сечению, при совместном действии изгиба с кручением
23. Что называется звеном, кинематической парой?
24. Как определяется род кинематической пары?
25. Что такое степень подвижности механизма?
26. Назвать все звенья и кинематические пары механизма.
27. Формула Чебышева П. Л.
28. Структурная группа, виды структурных групп.
29. Из каких структурных групп состоит механизм?
30. Формула строения механизма, её применение.

### Вопросы к второй рубежной аттестации

1. К какой группе, в зависимости от принципа действия, относятся зубчатые передачи?
2. Какие две основные характеристики необходимы для выполнения проектного расчёта любой передачи?
3. Определить межосевое расстояние цилиндрической прямозубой зубчатой передачи, если известно, что модуль зубьев и суммарное число зубьев.
4. Определить расчетную длину ремня клиноременной передачи, если известны диаметры большого и малого шкивов. Высота ремня задана.
5. При каком значении передаточного числа происходит процесс редуцирования.
6. Определить межосевое расстояние зубчатой передачи, если известны передаточное число и диаметр делительной окружности колеса.
7. Определить фактическое межосевое расстояние клиноременной передачи, если известны диаметры большого и малого шкивов. Высота ремня задана.
8. К каким передачам, в зависимости от способа соединения, относятся червячные передачи?
9. Определить передаточное число четырёхступенчатой передачи, если известно передаточные числа ступеней.
10. Определить зону упругого скольжения ременной передачи, пользуясь кривыми скольжения.
11. Определить диаметр выходного конца ведущего вала (под подшипники) конического прямозубого колеса. Известна мощность, передаваемая колесом и частота вращения. Материал вала задан.
12. Как называются закрытые механические передачи, понижающие угловые скорости?
13. Привод конвейера состоит из цепной, зубчатой и ременной передач, к.п.д которых известны. Определить общий к.п.д привода.
14. Определить расчетную динамическую грузоподъемность шарикового подшипника, если известна требуемая долговечность, приведенная (эквивалентная) динамическая нагрузка и угловая скорость вала.
15. Каков физический смысл момента силы относительно полюса плана скоростей на рычаге Жуковского Н. Е.?
16. Какие условные обозначения используют для обозначения твердости материалов по Бринеллю, Виккерсу и Роквеллу?
17. Определить величину силы, действующую на валы от воздействия ремней клиноременной

- считать известным.
42. Как называют часть машины, изготовленную без сборочных операций?
  43. Как называется элемент подшипника качения удерживающий тела качения на определённом расстоянии друг от друга?
  44. Определить общее число зубьев пары цилиндрических зубчатых колёс, если известны межосевое расстояние и модуль.
  45. Как называют конструкцию, которая характерна минимальными затратами при производстве и эксплуатации?
  46. Определить окружной шаг зубчатых колёс, если известен модуль зубьев.
  47. Наибольшее напряжение, при котором деталь может сопротивляться без разрушения неограниченно долго, называется пределом ....?
  48. Как называется основной элемент подшипника скольжения?
  49. Как называют расчёт, определяющий размер детали по формулам соответствующим главному критерию работоспособности?
  50. Укажите зону полного буксования ременной передачи по кривым скольжения.
  51. Как называется способность детали сопротивляться изменению формы и размеров под действием приложенной нагрузки?
  52. Определить из зависимости интенсивности отказов от времени период нормальной эксплуатации изделия.
  53. Как называется способность детали противостоять разрушению или образованию остаточных деформаций определенной величины?
  54. Как называют напряжение представляющее собой полусумму максимального и минимального напряжений?
  55. Что может представлять собой подшипник качения?
  56. Какой вид скольжения ремня неизбежно возникает в ременной передаче?
  57. Как называют напряжение представляющее собой полуразность максимального и минимального напряжений?
  58. Как называют соединение, в котором промежуточный съёмный элемент соединяет вал и ступицу и при нагрузке передаёт вращающий момент от одной части соединения другой?
  59. Как называют отношение скоростей ведущего и ведомого звеньев?

### Вопросы к экзамену

1. Цели и задачи и методы расчётов в курсе сопротивления материалов. Понятия прочности, жёсткости и устойчивости.
2. Основные гипотезы сопротивления материалов.
3. Расчётные модели (схемы). Деформация, типы деформаций. Коэффициент Пуассона.
4. Внешние и внутренние силы. Распределённые и сосредоточенные нагрузки
5. Метод сечений. Механическое напряжение.
6. Растяжение и сжатие. Предельные и допускаемые напряжения. Коэффициент запаса прочности.
7. Определение продольных сил при растяжении и сжатии.
8. Основные механические характеристики и свойства материалов.
9. Условие прочности растяжения (сжатия) стержня. Задачи решаемые на прочность стержня.
10. Потенциальная энергия при растяжении (сжатии) стержня.
11. Виды напряжённого состояния. Зависимости напряжений и внутренних усилий в точке сечения тела при объёмном напряжённом состоянии.
12. Моменты инерции плоских сечений.
13. Деформация сдвига. Закон Гука при сдвиге. Закон парности касательных напряжений.
14. Деформация кручения. Определение внутренних крутящих моментов при кручении и

- построение эпюр.
15. Вывод формулы касательного напряжения в точке сечения вала при кручении.
  16. Формула определения углов закручивания при кручении вала.
  17. Расчёт вала на прочность и жёсткость при кручении.
  18. Плоский изгиб. Чистый и поперечный изгиб. Определение внутренних усилий при изгибе.
  19. Особенности построения эпюр от поперечных сил и изгибающих моментов при расчёте балки на изгиб.
  20. Правило знаков при определении поперечных сил и изгибающих моментов в теории изгиба.
  21. Дифференциальные зависимости распределённой нагрузки, поперечной силы и изгибающего момента при изгибе балки.
  22. Гипотеза Бернулли. Вывод формулы нормального напряжения в точке сечения при изгиббалки.
  23. Основные дифференциальные соотношения теории изгиба.
  24. Напряжения при изгибе и расчёт брусьев на прочность и жёсткость.
  25. Изгиб с кручением круглых валов.
  26. Методика расчёта валов при совместном действии изгиба с кручением.
  27. Третья и четвёртая теории прочности.
  28. Формула проверочного расчёта на прочность вала по опасному сечению, при совместном действии изгиба с кручением.
  29. Классификация машин и механизмов.
  30. Кинематические пары и кинематические цепи.
  31. План скоростей и ускорений кривошипно-шатунного механизма.
  32. Силовой анализ шарнирного четырёхзвенника.
  33. Определение сил инерции звеньев механизма.
  34. Силы действующие на звенья и кинематические пары механизма.
  35. Уравновешивающая сила и уравновешивающий момент.
  36. Приведённые силы и моменты.
  37. Неуравновешенность механизмов. Статическое уравновешивание.
  38. Режимы движения механизма. Уравнение энергетического баланса.
  39. Механический коэффициент полезного действия.
  40. Приведённая масса и приведённый момент инерции механизма.
  41. Определение КПД при последовательном и параллельном расположении механизмов.
  42. Классификация деталей, узлов и механизмов
  43. Критерии работоспособности и расчета деталей машин. Надежность, долговечность и работоспособность деталей.
  44. Требования к машинам и деталям, надежность машин.
  45. Шпоночные соединения. Разновидности шпоночных соединений.
  46. Материалы и допускаемые напряжения. Проверочный расчёт шпоночных соединений.
  47. Механические передачи. Общие сведения о передачах. Назначение передач в машинах.
  48. Принцип работы и краткая классификация механических передач.
  49. Цилиндрическая прямозубая передача. Передаточное отношение. Основные геометрические соотношения.
  50. Материалы и термообработка зубчатых колёс.
  51. Последовательность расчёта цилиндрических зубчатых передач.
  52. Последовательность расчёта конических зубчатых передач.
  53. Ременные передачи. Общие сведения.
  54. Напряжения в ремне. Кривые скольжения. Допускаемая удельная окружная сила.
  55. Валы и оси. Конструктивные элементы валов и осей.
  56. Проектировочный и проверочный расчёт валов.
  57. Подшипники скольжения. Подшипники качения. Конструкции подшипников.

- Достоинства и недостатки. Виды разрушения. Материалы.
58. Расчёт подшипников скольжения.
59. Подбор и проверка подшипников качения по ГОСТУ (динамической грузоподъемности).
60. Назначение и классификация муфт приводов.

### Образец теста

### Прикладная механика

Вариант 3

Вопросы	Ответы	Код
1. Как называется способность конструкции сопротивляться усилиям, стремящимся вывести ее из исходного состояния равновесия?	Прочность	1
	Жесткость	2
	Устойчивость	3
	Выносливость	4
2. Представлена диаграмма растяжения материала. Назвать участок пластических деформаций	OA	1
	BD	2
	CI	3
	OE	4
3. Какое из уравнений равновесия нужно использовать для определения внутренних силовых факторов в сечении I-I методом сечения?	$N_z = \sum F_{kz}$	1
	$Q_y = \sum F_{ky}$	2
	$M_y = \sum M_y(F_k)$	3
	$M_z = \sum M_z(F_k)$	4
4. Определить величину внутреннего силового фактора при указанном нагружении бруса в сечении I-I	35 кН	1
	45 кН	2
	52 кН	3
	11 кН	4
5. Как обозначаются касательные механические напряжения?	$\tau$	1
	$P$	2
	$\sigma$	3
	$\sqrt{\tau^2 + \sigma^2}$	4

## Образец задания контрольной работы

Карточка 1

**Задача.** Определить общее передаточное число редуктора четырёх ступенчатой передачи, если известно:  
 $u_1=4$ ;  $u_2=3$ ;  $u_3=3,5$ ;  $u_4=2,2$ .

**Задача.** Определить межосевое расстояние зубчатой передачи, если известны:  
передаточное число 5;  
диаметр делительной окружности колеса 0,4 м.

## Образец экзаменационного билета

### ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

БИЛЕТ № 8

по дисциплине: «Прикладная механика»

1. Силы действующие на звенья механизма.
2. Подшипники качения. Эквивалентная динамическая нагрузка действующего на подшипники качения.
3. Задача:

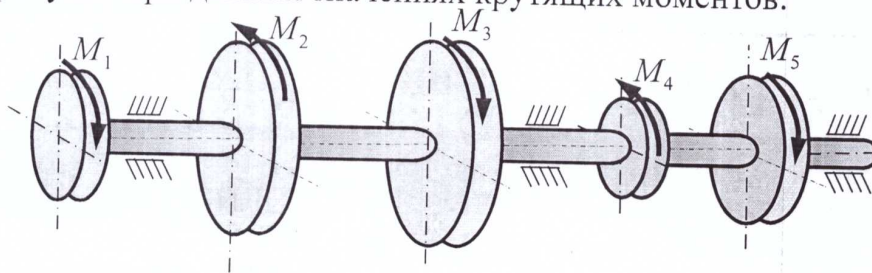
Определить  $M_4$  и построить эпюру крутящих моментов для вала изображённого на рисунке при данных значениях крутящих моментов:

$$M_1 = 5 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_2 = 12 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_3 = 20 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_5 = 8 \text{ кН} \cdot \text{м};$$



Утверждено на заседании кафедры

Протокол № \_\_\_ от. \_\_\_\_\_ 201\_ г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) основная литература**

1. Фролов К.В., Попов С.А. Теория механизмов и механика машин.–М.: Высш. шк., 2001.- 496с.-**Имеется в библиотеке**
- 2.Александров А.В., Потапов В.Д. Сопротивление материалов.–М.: Высш. шк., 2002.- 400с.-**Имеется в библиотеке.**
- 3.Миролюбов Н.Н., Алмаметов Ф.З. Сопротивление материалов пособие по решению задач.. – Спб., 2004.- 512 с. - **Имеется в библиотеке**
- 4.Гуян Н.В а, Клоков В.Г «Детали машин» .–М.: 2004.- 288с.

– **Имеется в библиотеке**

### **б) дополнительная литература**

- 1.Ицкович Г.М., Сопротивление материалов.–М.: Высш. шк., 2001.- 368с.

– **Имеется в библиотеке.**

- 2.Ицкович Г.М., Минин Л. С., Винокуров А. И. Руководство к решению задач по сопротивлению материалов.–М.: Высш. шк., 2001.- 592с.-**Имеется в библиотеке.**

- 3.Чернавский А.А., Боков К.Н.. «Курсовое проектирование деталей машин» .–М.: 2005.- 288с.– **Имеется в библиотеке.**

- 4.Эрдеди С.А.и, Н.А. Эрдеди Н.А. «Детали машин» .–М.: 2003.- 288с.

– **Имеется в библиотеке**

### **в) программное и коммуникационное обеспечение**


1. Интернет-библиотека
2. Наборы диапозитивов (фолий) для лекционных занятий.
3. Набор плакатов.
- 4.Электронный конспект лекций
- 5.Тесты для компьютерного тестирования

## **12. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

- 1.Поточные лекционные аудитории, оснащенные современными техническими средствами обучения (ТСО). Видеокласс с видеопроектором. Компьютерный класс. Специализированная лаборатория.


**Составитель:**

Ст. преподаватель кафедры «Прикладная механика»


  
\_\_\_\_\_ Бурсагов Р.А.

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав.кафедрой «Прикладная механика»

  
\_\_\_\_\_ Саидов М.А.

Зав. выпускающей каф. «Электротехника и электропривод»

  
\_\_\_\_\_ Магомадов Р.А-М.

Директор ДУМР

  
\_\_\_\_\_ Магомаева М.А.