

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. академика М. Д. Миллионщикова



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«МЕХАНИКА»

Специальность

21.05.03 - «Технология геологической разведки»

Специализации

«Геофизические методы поисков и разведки месторождений
полезных ископаемых»

"Геофизические методы исследования скважин"

Квалификация

горный инженер-геофизик

1.Цели и задачи дисциплины

“Механика” – комплексная дисциплина. Она включает в себя разделы курсов: “Теоретическая механика», “Соппротивление материалов”, «Теория механизмов и машин» и «Детали машин». Для достижения целостности дисциплины все разделы и темы должны излагаться с единых позиций механики, логически дополняя друг друга.

В соответствии с ФГОС в программу включены курсы “Теоретическая механика», “Соппротивление материалов”, «Теория механизмов и машин» и «Детали машин».

«Механика» - научная дисциплина (или раздел науки), которая изучает условия, при которых тело находится в равновесии; строение (структуру), кинематику и динамику механизмов в связи с их анализом и синтезом; основы расчетов деталей на прочность и долговечность; основы проектирования машин и механизмов.

Цель «Механики» - анализ и синтез типовых механизмов и их систем, проектирование механизмов и расчет на прочность деталей машин.

Задачи «Механики»: _ разработка общих методов исследования структуры, геометрии, кинематики и динамики типовых механизмов и их систем.

2.Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части профессионального цикла. Лекционный курс “Механика” базируется на знаниях полученных студентом на младших курсах при изучении физики, высшей и прикладной математики, теоретической механики, инженерной графики и вычислительной техники. Знания, навыки и умения приобретенные студентом при изучении “Механика” служат базой для курсов детали машин, подъемно-транспортные машины, системы автоматизированного проектирования, проектирование специальных машин и основы научных исследований.

3.Требования к результатам освоения дисциплины

Выпускник должен обладать следующими общекультурными и общепрофессиональными компетенциями (ОК) и (ОПК):

- способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);

- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

-самостоятельным приобретением новых знаний и умений с помощью информационных технологий и использованием их в практической деятельности, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОПК-2);

- способностью организовать свой труд на научной основе, самостоятельно оценивать результаты своей деятельности, владением навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований (ОПК-4);

-самостоятельным принятием решения в рамках своей профессиональной компетенции, готовностью работать над междисциплинарными проектами (ОПК-6);

В результате освоения дисциплины студент должен знать:

- основные понятия прикладной механики; растяжение – сжатие, сдвиг, прямой поперечный изгиб, кручение, косоугольный изгиб; элементы рационального проектирования простейших систем; основы механики упругой среды; основные понятия теории механизмов и машин; основные виды механизмов; основы конструирования и стадии разработки измерительных приборов.

- навыками методически правильного измерения физических величин и обработки измерительной информации; обеспечение единства и требуемой точности измерений в геологоразведке.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов		Семестры			
			ОФО		ЗФО	
	ОФО	ЗФО	3	4	3	4
Контактная работа(всего)	99/2,75	24/0,66	99		24	
в том числе:						
Лекции	66/1,83	16/0,44	34	32	8	8
Практические занятия (ПЗ)	33/0,91	8/0,22	17	16	4	4
Самостоятельная работа	117/3,25	192/5,33	60	57	96	96
В том числе:						
Расчетно-графическая работа/ контрольная работа	25/0,69	98/2,83	15	10	50	48
Реферат	36/1	32/1,16	18	18	16	16
Подготовка к практическим занятиям	20/0,55	34/1,22	10	10	18	16
Вид промежуточной аттестации						
Подготовка к экзамену	36/1	54/1,7	18	18	28	26
Вид отчетности						
Общая трудоемкость дисциплины	ВСЕГО в часах	216	216	216	216	216
	ВСЕГО в з. единицах	6	6	6	6	6

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины по семестрам	Лекции зан. часы	Практические зан. часы	Лабораторные зан. часы	Всего часов
3 семестр					
1	Теоретическая механика	18	9	-	27
2	Сопротивление материалов	16	8	-	24
4 семестр					
3	Теория механизмов и машин	16	8	-	24
4	Детали машин	16	8	-	24

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
3 семестр		
1	Теоретическая механика	<p>Введение в статику.</p> <p>Основные понятия статики: абсолютно твердое тело, сила, эквивалентные и уравновешенные системы сил, равнодействующая, внутренние и внешние силы. Аксиомы статики. Связи и реакции связей. Моменты силы и пары.</p> <p>Моменты силы относительно точки и оси. Векторный момент силы относительно точки. Пара сил. Момент пары. Векторный момент пары. Аналитические выражения моментов силы относительно координатных осей</p> <p>Условия равновесия твердого тела.</p> <p>Приведение произвольной пространственной системы сил к одной силе (главному вектору системы) и к одной паре (главному вектору- моменту). Условия равновесия произвольной- пространственной системы сил. Уравнения равновесия плоской системы сил (три вида уравнения равновесия) Условия равновесия системы сходящихся сил в аналитической и геометрической форме. Сложение пар лежащих в разных плоскостях. Условия равновесия пар сил.</p> <p>Кинематика точки.</p> <p>Векторный способ задания движения точки.</p> <p>Траектория точки. Векторные скорости и ускорения точки (годограф скоростей). Координатный способ задания движения точки в декартовых прямоугольных координатах. Определение траектории точки.</p> <p>Определение скорости и ускорения точки по их проекциям на координатные оси. Естественный способ задания движения точки. Скорость и ускорение точки в проекциях на оси естественного трехгранника, касательное и нормальное ускорение.</p> <p>Кинематика твердого тела.</p> <p>Поступательное движение твердого тела. Теорема о траекториях, скоростях и ускорениях точек твердого тела при поступательном движении. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Уравнение вращательного движения тела. Угловая скорость и</p>

		<p>угловое ускорение тела. Скорость и ускорение точек твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Векторы угловой скорости и углового ускорения тела.</p> <p>Плоское движение твердого тела</p> <p>Уравнение движения плоской фигуры. Разложение движения на поступательное и вращательное.</p> <p>Независимость угловой скорости и углового ускорения от выбора полюса. Определение скорости любой точки. Теорема о проекциях скоростей двух точек фигуры. Мгновенный центр скоростей (МЦС). Определение скоростей точек с помощью МЦС.</p> <p>Определение ускорения любой точки плоской фигуры как геометрической суммы ускорений полюса и точки при вращении вокруг полюса. Мгновенный центр ускорений (МЦУ).</p> <p>Сложное движение точки и твердого тела.</p> <p>Абсолютное, переносное и относительное движение. Теорема о сложении скоростей. Теорема о сложении ускорений. Определение Кориолисова ускорения.</p> <p>Случай поступательного и вращательного переносного движения. Сложное движение твердого тела.</p> <p>Сложение поступательных движений. Сложение вращения тела вокруг параллельных осей.</p> <hr/> <p>Динамика точки твердого тела.</p> <p>Дифференциальные уравнения движения материальной точки в декартовых прямоугольных координатах и в проекциях на оси естественного трехгранника. Решение первой и второй задачи динамики точки. Дифференциальные уравнения поступательного, вращательного и плоского движения твердого тела, и их интегрирования.</p> <p>Моменты инерции плоских фигур и простейших тел. Общие формулы для моментов инерции. Теорема о моментах инерции относительно параллельных осей (Теорема Штейнера). Главные оси инерции.</p> <p>Количество движения точки и системы.</p> <p>Вычисление количества движения системы. Момент количества движения точки и системы. Кинетический момент относительно оси вращения при вращательном движении твердого тела. Законы сохранения количества движения и момента количества движения. Кинетическая энергия точки и системы. Вычисление кинетической энергии системы</p>
--	--	---

		<p>(Теорема Кёнига). Кинетическая энергия твердого тела при поступательном, вращательном и плоском движении.</p> <p>Потенциальная энергия. Потенциальное силовое поле и силовая функция. Примеры вычислений силовых функций. Силовая функция и потенциальная энергия системы сил. Закон сохранения механической энергии для точки и для механической системы.</p> <p>Работа силы. Элементарная работа силы. Полная работа силы. Мощность. Примеры вычисления работы силы. Работа силы, приложенной к твёрдому телу.</p> <p>Работа внутренних сил твердого тела.</p>
2	<p>Сопротивление материалов ТММ</p>	<p>Введение. Значения и задачи курса сопротивление 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.</p> <p>Деформации и перемещения.</p> <p>Растяжение и сжатие.</p> <p>Внутренние силы и напряжения. Эпюры нормальных сил и напряжений при растяжении и сжатии.</p> <p>Деформации продольные и поперечные. Законы Гука. Допускаемые напряжения. Расчет на прочность при растяжении и сжатии.</p> <p>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.</p> <p>Чистый изгиб. Поперечный изгиб. Определение внутренних усилий (изгибающие моменты и поперечные силы) при изгибе. Построение эпюр от поперечных сил и изгибающих моментов.</p> <p>Дифференциальные зависимости между интенсивностью распределенной нагрузки, поперечной силой и изгибающим моментом.</p> <p>Нормальные напряжения при чистом изгибе и расчеты на прочность. Касательное напряжение поперечном изгибе. Перемещение при изгибе и расчеты на жесткость.</p>

		<p>Сложные виды деформированного состояния. Гипотезы прочности. Совместное действие изгиба и кручения. Расчет вала при изгибе с кручением по третьей и четвертой теории прочности.</p> <p>Тонкостенные и толстостенные оболочки, и их основные особенности. Определение напряжений в симметричных оболочках по без моментной теории. Уравнение Лапласа. Расчет на прочность тонкостенных цилиндрических и сферических оболочек. Расчет тонкостенных цилиндров. Напряжение в сферических толстостенных сосудах.</p> <p>Структурный анализ механизма. Классификация кинематических пар. Основные структурные формулы. Структурная классификация механизмов по Ассуру и по Артоболовскому</p> <p>Построение 12 планов положений механизма. Определение скорости точек (кинематических пар) и звеньев для заданного положения механизма методом построения плана скоростей.</p> <p>Определение ускорения точек (кинематических пар) и звеньев для заданного положения механизма методом построения плана ускорения. 2 часа.</p> <p>Определение реакции в кинематических парах заданного механизма методом построения плана сил. Определение уравновешивающей силы с помощью рычага Жуковского</p>
4 семестр		
	<p>Основные понятия курса: «Детали машин и основы конструирования»</p>	<p>Общие сведения о деталях и узлах. Требования к машинам и конструкции деталей машин. Критерии работоспособности и расчёта деталей машин. Стадии разработки и принципы конструирования. Элементы методики проектирования. Выбор допускаемых напряжений и вычисление коэффициентов запаса прочности.</p>
	<p>Механические передачи</p>	<p>Назначение и роль передач в технике. Принцип работы и краткая классификация механических передач. Основные характеристики передач. Кинематический и силовой расчёты привода.</p>
	<p>Цилиндрические зубчатые передачи</p>	<p>Основы расчета ременных передач. Плоскоременная передача. Клиноременная передача зубчатыми ремнями.</p>

Цепные передачи	Общие сведения. Основные характеристики. Конструкция основных элементов. Силы в цепной передаче. Кинематика и динамика цепной передачи. Критерии работоспособности
Передача винт-гайка	Общие сведения. Особенности расчета на прочность резьбы винтовых механизмов.
Валы и оси	Общие сведения, назначение, конструктивные элементы. Проектировочный расчет валов на прочность и жесткость.
Подшипники скольжения	Общие сведения и классификация. Условия работы и виды разрушения подшипников скольжения. Трение и смазка подшипников скольжения. Практический расчет подшипников скольжения.
Подшипники качения	Общие сведения и классификация. Условия работы подшипников качения, влияющие на его работоспособность. Практический расчет (подбор) подшипников качения. Конструкции подшипниковых узлов.
Соединения деталей	Общие сведения и классификация. Заклепочные, клеевые, паяные, штифтовые, клеммовые, с натягом и профильные соединения. Достоинства, недостатки, область применения.
Резьбовые соединения	Резьба, основные параметры. Крепежные детали и типы соединений. Материалы крепежных соединений. Критерии работоспособности и расчеты резьбовых соединений. Особенности расчета групповых соединений.
Сварные соединения	Общая характеристика сварных соединений. Типы швов, расчет на прочность сварных швов, нагруженных центральной силой, моментом и при их совместном действии.
Шпоночные, зубчатые (шлицевые)	Материал шпонок и допускаемые напряжения. Оценка соединений призматическими шпонками и их применение. Разновидности шлицевых соединений. Общие замечания по расчету шпоночных и шлицевых соединений. Основные критерии работоспособности и расчета.

5.3 Лабораторный занятия -Не предусмотрены

5.4 Практические занятия (семинары)

Таблица 5

№ п/п	Наименование разделов дисциплины	Содержание занятий
1	Теоретическая механика	Определение реакций опор.
		Сложение и разложение сил.
		Плоские и пространственные системы сил
2	Сопrotивление материалов	Определение напряжений, деформаций и перемещений при центральном растяжении и сжатии.
		Построение эпюр. Проверка прочности, подбор сечений
		Кручение стержней. Построение эпюр крутящих моментов
		Проверка прочности, подбор сечений
		Расчеты на прочность при прямом изгибе
		Расчеты на прочность консолей при изгибе
3	Теория механизмов и машин	Структурный анализ и синтез механизмов
		Классификация механизмов
		Кинематический анализ кривошипно-ползунного механизма
		Кинематический анализ шарнирного четырехзвенника
4	Детали машин	Кинематический и силовой расчеты привода
		Расчет клиноременной передачи
		Расчеты зубчатых передач: цилиндрических, конических, шевронных

6. Самостоятельная работа студентов

№№ п/п	Темы для самостоятельного изучения
1	Структурный анализ и классификация механизмов
2	Определение внутренних усилий. Определение напряжений. Определение деформаций и перемещений.
3	Кинематический анализ механизмов: построение планов положения, скоростей и ускорений типовых механизмов
4	Силовой расчет типовых механизмов. Определение реакций в кинематических парах, применение рычага Жуковского. План сил
5	Зубчатые передачи

Расчетно-графические работы

Образцы заданий для самостоятельной работы

Самостоятельные работы по механике представляют собой решение задачи, которые выполняются по мере прохождения курса. Задания на самостоятельные работы индивидуальные.

Образец задания РГР по теоретической механике

Определить реакции опор горизонтальной балки от заданной нагрузки.

Дано:

Схема балки (рис. 1).

$$P = 20 \text{ кН}, G = 10 \text{ кН}, M = 4 \text{ кНм}, q = 2 \text{ кН/м}, a = 2 \text{ м}, b = 3 \text{ м}, \alpha = 30^\circ.$$

Определить реакции опор в точках A и B .

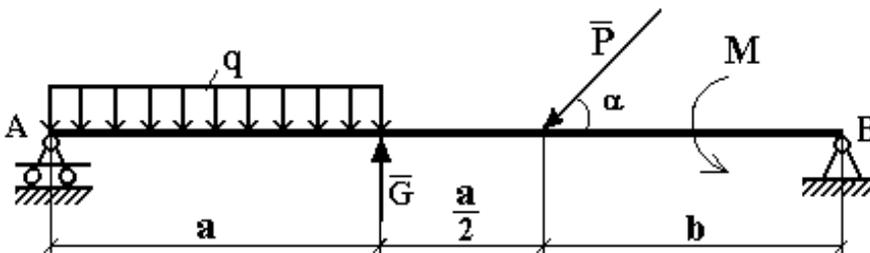


Рис. 1

Решение:

Рассмотрим равновесие балки AB (рис. 2).

К балке приложена уравновешенная система сил, состоящая из активных сил и сил реакции.

Активные (заданные) силы:

\bar{P} , \bar{G} , \bar{Q} , пара сил с моментом M , где

\bar{Q} - сосредоточенная сила, заменяющая действие распределенной вдоль отрезка AC нагрузки интенсивностью q .

Величина

$$Q = q \cdot AC = q \cdot a = 2 \cdot 2 \frac{\text{кН}}{\text{м}} \cdot \text{м} = 4 \text{ кН}.$$

Линия действия силы \bar{Q} проходит через середину отрезка AC .

Силы реакции (неизвестные силы):

\bar{R}_A , \bar{X}_B , \bar{Y}_B .

\bar{R}_A - заменяет действие отброшенного подвижного шарнира (опора A).

Реакция \bar{R}_A перпендикулярна поверхности, на которую опираются катки подвижного шарнира.

\bar{X}_B , \bar{Y}_B - заменяют действие отброшенного неподвижного шарнира (опора B).

\bar{X}_B , \bar{Y}_B - составляющие реакции \bar{R}_B , направление которой заранее неизвестно.

Расчетная схема

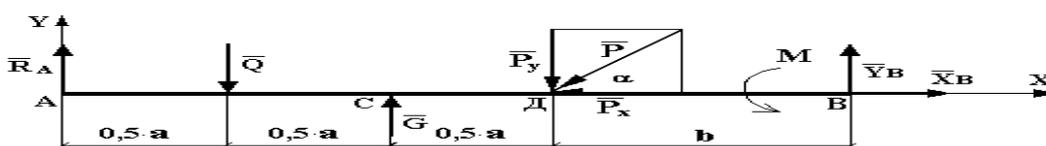


Рис. 2

Для полученной плоской произвольной системы сил можно составить три уравнения равновесия:

$$\sum F_{KX} = 0, \quad \sum F_{KY} = 0, \quad \sum M_0(\bar{F}_K) = 0.$$

Задача является статически определимой, так как число неизвестных сил ($\bar{R}_A, \bar{X}_B, \bar{Y}_B$) - три - равно числу уравнений равновесия.

Поместим систему координат XU в точку A , ось AU направим вдоль балки. За центр моментов всех сил выберем точку B .

Составим уравнения равновесия:

$$1) \sum F_{KX} = 0 \rightarrow X_B - P \cdot \cos \alpha = 0;$$

$$2) \sum F_{KY} = 0 \rightarrow R_A - Q + G - P \cdot \sin \alpha + Y_B = 0;$$

3)

$$\sum M_B(\bar{F}_K) = 0 \rightarrow M + P \cdot \sin \alpha \cdot b - G \cdot (b + 0,5 \cdot a) + Q \cdot (a + b) - R_A \cdot (1,5 \cdot a + b) = 0.$$

Решая систему уравнений, найдем $\bar{R}_A, \bar{X}_B, \bar{Y}_B$.

$$X_B = P \cdot \cos \alpha = 20 \cdot \cos 30^\circ \approx 20 \cdot 0,866 = 17,32 \text{ кН.}$$

$$R_A = \frac{1}{(1,5 \cdot a + b)} [M + P \cdot \sin \alpha \cdot b - G \cdot (b + 0,5 \cdot a) + Q \cdot (a + b)] =$$

$$= \frac{1}{1,5 \cdot 2} \cdot [4 + 20 \cdot \sin 30^\circ \cdot 3 - 10 \cdot (3 + 1) + 4 \cdot (2 + 3)] = \frac{1}{6} \cdot [4 + 30 - 40 + 20] =$$

$$= \frac{14}{6} \approx 2,333 \text{ кН.}$$

$$Y_B = Q - G + P \cdot \sin \alpha - R_A = 4 - 10 + 20 \cdot \sin 30^\circ - 2,333 = 4 - 2,333 = 1,667 \text{ кН.}$$

Определив \bar{X}_B, \bar{Y}_B , найдем величину силы реакции неподвижного шарнира

$$R_B = \sqrt{X_B^2 + Y_B^2} = \sqrt{17,32^2 + 1,667^2} = \sqrt{299,9824 + 2,778889} \approx 17,4 \text{ кН.}$$

В целях проверки составим уравнение

$$\sum M_D(\bar{F}_K) = -R_A \cdot 1,5 \cdot a + Q \cdot a - G \cdot 0,5 \cdot a + M + Y_B \cdot b.$$

Если в результате подстановки в правую часть этого равенства данных задачи и найденных сил реакций получим нуль, то задача решена - верно.

$$\sum M_D(\bar{F}_K) = -2,333 \cdot 1,5 \cdot 2 + 4 \cdot 2 - 10 \cdot 1 + 4 + 1,667 \cdot 3 = -6,999 + 8 - 10 + 4 + 5,001 =$$
$$= 17,001 - 16,999 = 0,002 \approx 0.$$

Реакции найдены верно. Неточность объясняется округлением при вычислении R_A .

Ответ: $R_A = 2,333 \text{ кН. } R_B = 17,4 \text{ кН.}$

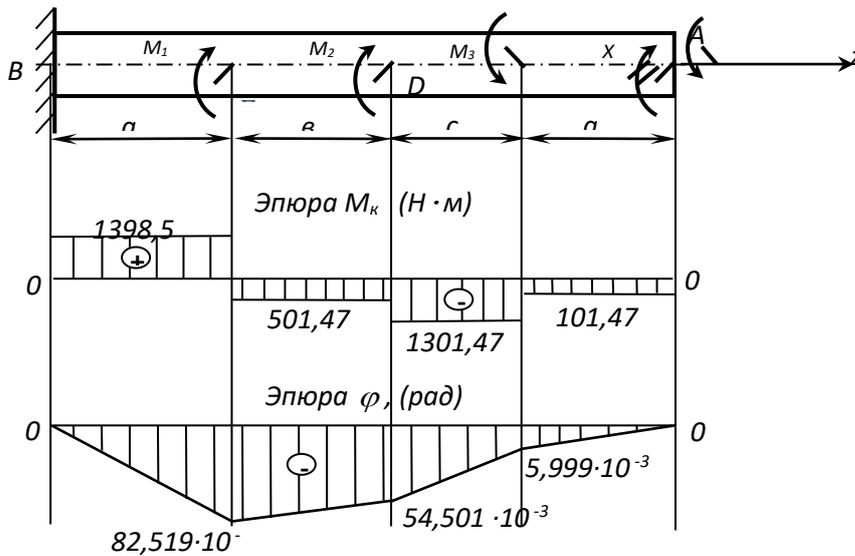
Образец решения задания по сопротивлению материалов

Пусть данные задачи следующие: *схема* - 2; $a = 1,9 \text{ м; } v = 1,8 \text{ м; } c = 1,2 \text{ м;}$

$M_1 = 1900 \text{ Нм; } M_2 = 800 \text{ Нм; } M_3 = 1200 \text{ Нм; } [\tau] = 80 \text{ МПа.}$ Решение

Изобразим вал (рис. 10). Обозначим правый конец вала буквой A , левый - буквой B . Угол поворота сечения A по условию задачи равен нулю, угол поворота сечения B также равен нулю, поскольку это сечение зашпемлено. В зашпемленном сечении будет возникать реактивный момент M_A . Таким образом, имеем два неизвестных - X и M_A . В данной задаче имеем систему, для которой можно составить только одно уравнение равновесия: $\sum M_Z = 0$, где Z - ось вала. Таким образом, задача 1 раз статически неопределима. Для раскрытия

статической неопределимости к уравнению равновесия нужно добавить условие совместности деформаций, выражающее тот факт, что угол поворота одного концевое сечения относительно другого равен нулю. В данной задаче вал нагружен сосредоточенными крутящими моментами, поэтому эпюра на каждом участке вала будет постоянной.



Таким образом, вся эпюра M_k – кусочно постоянная функция. Следовательно, на каждом участке вала для вычисления углов поворота можно применить элементарный закон Гука при кручении. Если будем рассматривать вал слева направо, то крутящие моменты на каждом участке вала выразятся через неизвестный момент X . Учтем, что угол поворота одного торцевого сечения относительно другого торцевого сечения равен арифметической сумме углов закручивания для концевых сечений всех участков:

$$\varphi_{A-B} = \frac{X \cdot a}{GI_\rho} + \frac{(X - M_3)c}{GI_\rho} + \frac{(X - M_3 + M_2)b}{GI_\rho} + \frac{(X - M_3 + M_2 + M_1)a}{GI_\rho} = 0$$

Отсюда, сокращая на GI_ρ , получаем

$$X = \frac{M_3(a+b+c) - M_2(a+b) - M_1a}{2a+b+c} = \frac{1200(1,9+1,8+1,2) - 800(1,9+1,8) - 1900 \cdot 1,9}{2 \cdot 1,9 + 1,8 + 1,2} = -101,47H \cdot m$$

Знак (-) при полученном значении требует в правом торцевом сечении выбрать новое направление крутящего момента X , противоположное исходному.

Построим эпюру крутящих моментов M_k , как обычно с использованием метода сечений, разбивая вал на участки.

На участке AC: $M_k = -X = -101,47H \cdot m$;

на участке CD: $M_k = -X - M_3 = -101,47 - 1200 = -1301,47H \cdot m$;

на участке DE: $M_k = -X - M_3 + M_2 = -101,47 - 1200 + 800 = -501,47H \cdot m$;

на участке BE: $M_k = -X - M_3 + M_2 + M_1 = -101,47 - 1200 + 800 + 1900 = 1398,53H \cdot m$.

Анализируя построенную эпюру M_k , видим, что опасным сечением будет весь участок BE, где есть наибольший крутящий момент. Таким образом, $M_k^{\max} = 1398,53H \cdot m$.

Из условия прочности при кручении получаем формулу для определения диаметра вала:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16M_k^{\max}}{\pi[\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 1398,53}{3,14 \cdot 80 \cdot 10^6}} = 0,0446m = 4,46cm.$$

При этом полярный момент сопротивления круглого вала $W_{\rho} = \frac{\pi d^3}{16}$.

Принимаем диаметр вала равным $d = 4,5 \text{ см}$.

Строим эпюру углов закручивания, учитывая, что эпюра крутящих моментов – кусочно постоянная функция, поэтому на каждом участке можно применить элементарный закон

Гука для углов закручивания: $\varphi = \frac{M_{\kappa} l}{GI_{\rho}}$, где

$$I_{\rho} = \frac{\pi d^4}{32} = \frac{3,14 \cdot 4,5^4}{32} = 40,24 \text{ см}^4, \text{ а } G = 8 \cdot 10^{10} \text{ Па}$$

$$\varphi_{C-A} = -\frac{101,47 \cdot 1,9}{8 \cdot 10^{10} \cdot 40,24 \cdot 10^{-8}} = -5,999 \cdot 10^{-3} \text{ рад};$$

$$\varphi_{D-C} = -\frac{1301,47 \cdot 1,2}{8 \cdot 10^{10} \cdot 40,24 \cdot 10^{-8}} = -48,502 \cdot 10^{-3} \text{ рад};$$

$$\varphi_{E-D} = -\frac{501,47 \cdot 1,8}{8 \cdot 10^{10} \cdot 40,24 \cdot 10^{-8}} = -28,018 \cdot 10^{-3} \text{ рад};$$

$$\varphi_{B-E} = \frac{1398,53 \cdot 1,9}{8 \cdot 10^{10} \cdot 40,24 \cdot 10^{-8}} = 82,519 \cdot 10^{-3} \text{ рад}.$$

Угол закручивания сечения А относительно сечения В по условию задачи должен быть равен нулю. Проверим правильность вычисления:

$$\varphi_{A-B} = \varphi_{C-A} + \varphi_{D-C} + \varphi_{E-D} + \varphi_{B-E} = (-5,999 - 48,502 - 28,018 + 82,519) \cdot 10^{-3} = 0.$$

Находим наибольший относительный угол закручивания. При этом использована формула

$\Theta = \frac{\varphi}{l}$, где $\varphi = \frac{M_{\kappa} l}{GI_{\rho}}$ – угол закручивания, вычисленный для концевых сечений участка; l –

длина участка. Тогда $\Theta = \frac{M_{\kappa}}{GI_{\rho}}$.

Учитывая относительный угол закручивания (угол поворота одного сечения вала относительно другого сечения вала, когда расстояние между сечениями равно единице длины), можно для определения Θ использовать эпюру углов закручивания. Тогда относительный угол закручивания на участке C-A

$$\Theta_{C-A} = -\frac{5,999 \cdot 10^{-3}}{1,9} = -3,146 \cdot 10^{-3} \text{ рад/м}. \text{ Аналогично на других участках:}$$

$$\Theta_{D-C} = -\frac{48,502 \cdot 10^{-3}}{1,2} = -40,418 \cdot 10^{-3} \text{ рад/м};$$

$$\Theta_{E-D} = -\frac{28,018 \cdot 10^{-3}}{1,8} = -15,565 \cdot 10^{-3} \text{ рад/м};$$

$$\Theta_{B-E} = \frac{82,519 \cdot 10^{-3}}{1,9} = 43,43 \cdot 10^{-3} \text{ рад/м}.$$

Наибольший относительный угол закручивания вала $\Theta = 43,43 \cdot 10^{-3} \text{ рад/м}$.

Образец решения задания по теории механизмов и машин

Построение планов скоростей и ускорений кинематических пар звеньев и графическое определение величин их скоростей и ускорений.

Дано: Схема 1; $l_{OA}=0,05 \text{ м}$; $l_{AB}=0,2 \text{ м}$; $l_{AS}=0,1 \text{ м}$; $\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 90}{30} = 9,4 \text{ с}^{-1}$

Решение

1). Построение 12-ти положений механизма (рис. 1).

Принимаем масштаб плана μ_l . В произвольном масштабе строим звено (кривошип) OA ,

тогда $\mu_l = \frac{l_{OA}}{OA} = \frac{0,05}{25} = 0,002 \frac{\text{м}}{\text{мм}}$.

Длина звена AB на схеме механизма будет равна: $AB = \frac{l_{AB}}{\mu_l} = \frac{0,2}{0,002} = 100 \text{ мм}$

Далее, методом засечек строим 12 положений механизма (через 30° поворота кривошипа). Построение начинаем с изображения неподвижного звена – точки O . Далее радиусом OA проводим окружность, представляющую собой траекторию точки A . На этой окружности на одинаковом расстоянии друг от друга (через 30° поворота кривошипа OA) наносим положения точки A (0;1;2...12). Соединив их отрезками прямых с точкой O , получим соответствующие положения кривошипа OA . За начало отсчета принимаем положение нулевое, которому соответствует крайне левое положение ползуна B . Нумерацию остальных положений ведем в направлении вращения кривошипа (по часовой стрелке). Далее раствором циркуля, равным длине звена AB из каждого положения точки A делаем на прямой $x-x$ засечки, которые и определяют положения звена B (ползуна). Соединив соответствующие точки отрезками прямых, получим положения звена AB (шатуна).

План механизма $\mu_l=0,002 \text{ м/мм}$

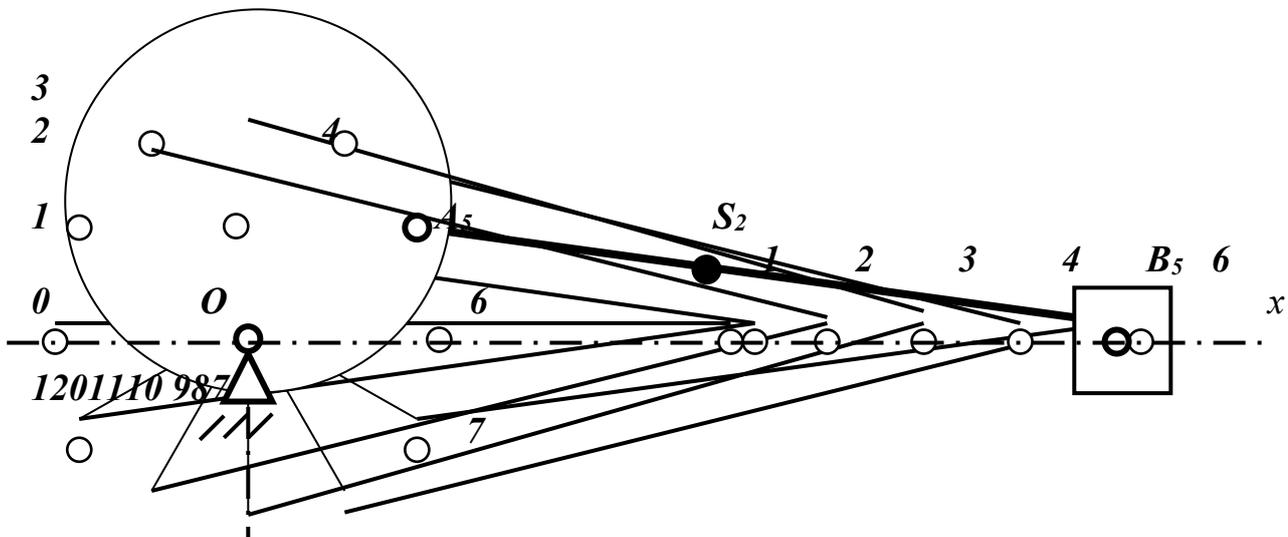


Рис 1.(При печати масштаб строго не соблюден).

2). Построение 12-ти планов скоростей и определение величин и направлений скоростей кинематических пар и угловых скоростей звена AB .

Определим скорость точки A : $V_A = \omega_1 \cdot l_{OA} = 9,4 \cdot 0,05 = 0,47 \text{ м/с}$

Составим векторное уравнение: $\vec{V}_B = \vec{V}_A + \vec{V}_{BA}$ (1)

Здесь \vec{V}_B - скорость ползуна, направлена параллельно $x-x$.

\vec{V}_{BA} - скорость точки B во вращательном движении вокруг точки A (плоскопараллельное движение шатуна AB), направлена скорость $\vec{V}_{BA} \perp BA$.

Скорость $\vec{V}_A \perp OA$ в сторону вращения ω_1 .

Построение плана скоростей (рис 2). В соответствии с векторным уравнением (1) строим точку (полюс) p в которой все скорости механизма равны нулю. Из полюса p строим вектор скорости \vec{V}_A в произвольном масштабе, например, $pa = 47$ мм

Тогда масштаб плана скоростей: $\mu_v = \frac{V_A}{pa} = \frac{0,47}{47} = 0,01 \frac{м/с}{мм}$. Затем из точки a проводим

направление вектора \vec{V}_{BA} , а из точки p – направление \vec{V}_B . Пересечение этих лучей дает точку v . Отрезки $|av|$ и $|pv|$ будут соответственно в принятом масштабе изображать скорости \vec{V}_{BA} и \vec{V}_B . Измеряем эти отрезки и вычисляем скорости:

$$\vec{V}_{BA} = |av| \cdot \mu_v =$$

$$\vec{V}_B = |pv| \cdot \mu_v =$$

План скоростей, $\mu_v = 0,01 \frac{м/с}{мм}$

Положение точки S центра тяжести звена AB определяем по теореме подобия. Так как $AS = 1/2AB$, то $|as| = 1/2 |av|$ наносим точку s на отрезке $|av|$ и соединяем с полюсом p , получаем отрезки $|ps|$ и вычисляем скорости $\vec{V}_S = |ps| \cdot \mu_v$.

Далее, для каждого положения вычисляем угловую скорость шатуна AB : $\omega_{AB} = \frac{\vec{V}_{BA}}{l_{AB}}$

Результаты расчетов сводим в таблицу :

Положение \ Величина	0;12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$ av $, мм	47	41	24	0	24	41	47	41	24	0	24	41
$ pv $, мм	0	19	35	47	45	29	0	29	45	47	35	19
$ ps $, мм	24	29	39	47	44	33	24	33	44	47	39	29
V_{BA} , м/с	0,47	0,41	0,24	0	0,24	0,41	0,47	0,41	0,24	0	0,24	0,41
V_B , м/с	0	0,19	0,35	0,47	0,45	0,29	0	0,29	0,45	0,47	0,35	0,19
V_S , м/с	0,24	0,29	0,39	0,47	0,44	0,33	0,24	0,33	0,44	0,47	0,39	0,24
ω_{AB} , рад/с	2,35	2,05	1,2	0	1,2	2,05	2,35	2,05	1,2	0	1,2	2,05

3) Построение плана ускорения для 5-го положения механизма.

Составляем векторное уравнение: $\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}_{BA} = \vec{a}_A + \vec{a}_{BA}^n + \vec{a}_{BA}^r$ (2)

Определяем ускорение точки A . Так как $\omega_{OA} = const$, то $a_A^r = 0$, и тогда

$$a_A^n = a_A = \omega_{OA}^2 \cdot l_{OA} = 9,4^2 \cdot 0,05 = 4,4 \text{ м/с}^2$$

Строим в произвольном масштабе (Рис 3) из точки (полюса) π , в котором все ускорения механизма равны нулю, вектор ускорения \vec{a}_A ($\pi a = 88$ мм). Направление вектора ускорения точки A параллельно звену OA к центру вращения.

Тогда масштаб плана ускорений: $\mu_a = \frac{a_A}{\pi a} = \frac{4,4}{88} = 0,05 \frac{м/с^2}{мм}$.

Затем строим из точки a , на плане ускорения, вектор нормального ускорения $\vec{a}_{BA}^n (an) \parallel AB$

и направленного из точки B в точку A , где $a_{BA}^n = \frac{V_{BA}^2}{l_{AB}} = \frac{0,41^2}{0,2} = 0,84 \text{ м/с}^2$, а

$$|an| = \frac{a_{BA}^n}{\mu_a} = \frac{0,84}{0,05} = 16,8 \text{ мм.}$$

Далее, перпендикулярно звену AB , из точки n на плане ускорений проводим направление тангенсального ускорения \vec{a}_{BA}^τ , а из точки π – направление ускорения \vec{a}_B . Получим точку пересечения v . Соединяем эту точку с точкой a .

Измерив отрезки: $|nv| = 42 \text{ мм}$; $|av| = 45 \text{ мм}$; $|\pi v| = 86 \text{ мм}$. Вычисляем ускорения:

$$a_{BA}^\tau = \mu_a \cdot |nv| = 0,05 \cdot 42 = 2,1 \text{ м/с}^2$$

$$a_{BA} = \mu_a \cdot |av| = 0,05 \cdot 45 = 2,25 \text{ м/с}^2$$

$$a_B = \mu_a \cdot |\pi v| = 0,05 \cdot 86 = 4,3 \text{ м/с}^2$$

Ускорение центра тяжести шатуна определим из соотношения

$$\frac{l_{AS}}{l_{AB}} = \frac{as}{av} \Rightarrow as = \frac{l_{AS} \cdot av}{l_{AB}} = \frac{1}{2} l_{AB} \cdot av = \frac{1}{2} av = \frac{1}{2} \cdot 45 = 22,5 \text{ мм.}$$

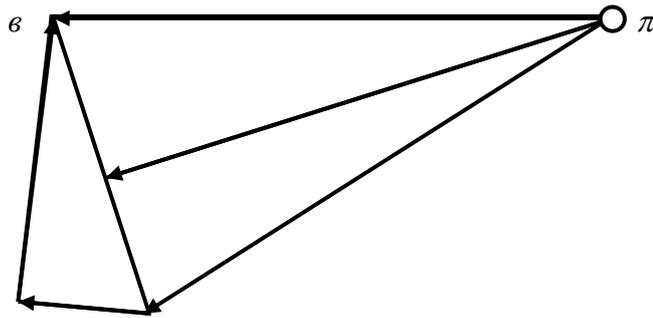
Найдя точку s , конец вектора \vec{a}_s ,

начало в точке π , определим это ускорение: $a_s = \mu_a \cdot |\pi s| = 0,05 \cdot 83 = 4,15 \text{ м/с}^2$

Определим угловое ускорение шатуна AB : $\varepsilon_{AB} = \frac{a_{BA}^\tau}{l_{AB}} = \frac{2,1}{0,2} = 10,5 \text{ рад/с}^2$.

План ускорений, $\mu_a = 0,05 \frac{\text{м/с}^2}{\text{мм}}$ (положение 5).

\vec{a}_B



\vec{a}_s

\vec{a}_{BA}^τ \vec{a}_{An} a \vec{a}_{BA}^n

Рис. 3. (При печати масштаб строго не соблюден).

1. Кинематический и силовой расчет привода.

Дано: $P_3 = 10 \text{ (кВт)}$, $\omega_3 = 1,8\pi \text{ (рад/с)}$

Решение.

1. Определение крутящего момента на ведомом валу.

$$M_3 = \frac{P_3}{\omega_3} = \frac{10000}{5,652} = 1769,3 (H * m)$$

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ВАЛА.

$$N_3 = \frac{30 \cdot \omega_3}{\pi} = \frac{30 \cdot 1,8 \cdot 3,14}{3,14} = 54 (об / мин)$$

3. ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЩЕГО КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ПРИВОДА.

$$\eta_{общ} = \eta_{рюн} \cdot \eta_{з.н} \cdot \eta_{н.н}^2 = 0,95 \cdot 0,95 \cdot 0,99^2 = 0,88$$

Где $\eta_{р.н} = 0,94 \div 0,97$ – КПД ременной передачи

$\eta_{з.н} = 0,95 \div 0,97$ – КПД зубчатой передачи

$\eta_{н.н} = 0,99$ – КПД пара подшипников

4. ПОТРЕБЛЯЕМАЯ МОЩНОСТЬ ПРИВОДА.

$$P_n = \frac{P_3}{\eta_{общ}} = \frac{10000}{0,88} = 11363,6 (Вт)$$

5. ВЫБОР ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПРОИЗВОДИТСЯ С ТАКИМ РАСЧЕТОМ. ЧТОБЫ

$$P_{э.д} \geq P_n$$

Принимаем электродвигатель типа АО2-63-6

$$P_1 = P_{э.д} = 13000 (Вт)$$

$$n_1 = n_{э.д} = 960 (об / мин)$$

6. УГЛОВАЯ СКОРОСТЬ НА ВАЛУ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 960}{30} = 100,48 (рад / с)$$

7. КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ НА ВАЛУ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ.

$$M_1 = \frac{P_{э.д}}{\omega_1} = \frac{11363,6}{100,48} = 113,1 (H * m)$$

8. ОБЩЕЕ ПЕРЕДАТОЧНОЕ ЧИСЛО ПРИВОДА.

$$U_{общ} = \frac{n_1}{n_3} = \frac{960}{54} = 17,7$$

9. ПЕРЕДАТОЧНОЕ ЧИСЛО РЕМЕННОЙ ПЕРЕДАЧИ ПРИНИМАЕМ С ТАКИМ РАСЧЕТОМ, ЧТОБЫ В ИТОГЕ ПЕРЕДАТОЧНОЕ ЧИСЛО ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ РАВНЯЛАСЬ ИЛИ БЫЛА МЕНЕЕ 7.

$$U_{рн} = 3$$

$$U_{з.н} = \frac{U_{общ}}{U_{рн}} = \frac{17,7}{3} = 5,9 \leq 7$$

10. ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ВЕДУЩЕГО ВАЛА РЕДУКТОРА .

$$n_2 = n_3 \cdot U_{з.н} = 54 \cdot 5,9 = 318,6 (об / мин)$$

11. УГЛОВАЯ СКОРОСТЬ ВЕДУЩЕГО ВАЛА.

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot N_2}{30} = \frac{3,14 \cdot 318,6}{30} = 33,35 (об / мин)$$

12. МОЩНОСТЬ НА ВЕДУЩЕМ ВАЛУ.

$$P_2 = \frac{P_3}{\eta_{з.н}} = \frac{10000}{0,95} = 10526,3 (Вт)$$

13. КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ НА ВЕДУЩЕМ ВАЛУ .

$$M_2 = \frac{P_2}{\omega_2} = \frac{10526,3}{33,35} = 315,6 (H * m)$$

Полученные значения сведем в таблицу.

№ вала	Мощность (Вт)	Крутящий момент (Н*м)	Угловая скорость (рад/с)	Частота вращения (об/мин)
1.	11363,6	113,1	100,48	960
2.	10526,3	315,6	33,35	318,6
3.	10000	1769,3	5,652	54

Для проверки полученных значений используем неравенство

$$11363,6 > 10526,3 > 10000 \quad 113,1 < 315,6 < 1769,3$$

$$960 > 318,6 > 54 \quad 100,48 > 33,35 > 5,652$$

Перечень учебно-методического обеспечения для СРС

1. Махматхаджиева Р.С., Балатханова Э.М.. Методическое указание по дисциплине «Техническая механика» ГГНИ Г.Грозный, 2009г.
2. Гериханов А.К., Самбиев А.И., Махматхаджиева Р.С.. Методическое указание по дисциплине «Теоретическая механика» ГГНТУ Г.Гро Р.А., зный, 2010г.
3. Гериханов А.К., Шуаипов А.А., Бурсагов . Методические указания по выполнению расчетно-графических и контрольных работ по дисциплине «Сопrotивление материалов» для студентов всех специальностей ГГНИ очной и заочной форм обучения. г. Грозный., 2005г.
4. Гериханов А.К., Шуаипов А.А.. Методические указания по выполнению расчетно-графических и контрольных работ по дисциплине «Теория механизмов и машин» для студентов всех неэкономических специальностей ГГНИ.г. Грозный., 2009г.
5. Шуаипов А.А., Шуаипов А.А., Эльбиев Р.Ж. . Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Детали машин и основы конструирования»

7. Оценочные средства

Вопросы к первой рубежной аттестации (3 семестр)

1. Основные положения и исходные понятия статики
2. Сила. Задачи статики
3. Опоры и их реакции
4. Система сходящихся сил. Сложение сил
5. Равнодействующая сходящихся сил
6. Проекция силы на ось и на плоскость
7. Плоская система сил. Приведение плоской системы сил к простейшему виду
8. Пространственная система сил.
9. Равновесие произвольной пространственной системы сил
10. Дисциплина Сопромат и его основные задачи?
11. Что называется прочностью?
12. Что называется жесткостью?
13. Что называется устойчивостью?
14. Виды деформации тел?
15. Упругие и остаточные деформации?

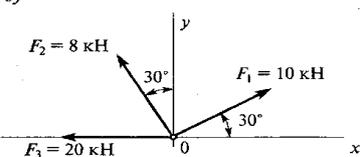
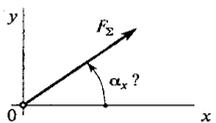
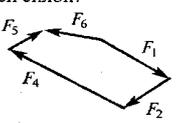
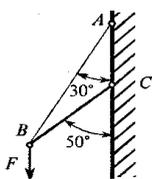
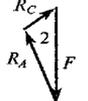
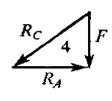
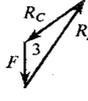
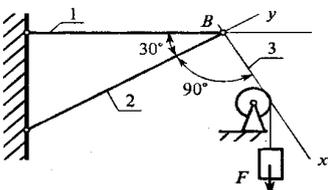
16. Что называется расчетной схемой? Пример
17. Понятие о схематизации свойств материалов. Допущения о свойствах материалов
18. Охарактеризуйте однородность и изотропность материалов
19. Охарактеризуйте идеальную упругость тела
20. По какому закону изменяется форма и размеры упругого тела при действии нагрузок. Формула

Рубежная аттестация проводится по тестам.

ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА
СТАТИКА

Плоская система сходящихся сил

Темы 1.1; 1.2 Вариант 5

Вопросы	Ответы	Код
1. Определить проекцию равнодействующей системы сил на ось Oy 	11,9 кН	1
	31,9 кН	2
	-8,1 кН	3
	Верный ответ не приведен	4
2. Как направлен вектор равнодействующей силы, если известны величины его проекции? $F_{\Sigma x} = 11 \text{ Н}; F_{\Sigma y} = 23,59 \text{ Н}$ Определить α_x 	15°	1
	20°	2
	45°	3
	64°	4
3. Какой вектор силового многоугольника является равнодействующей силой? 	F_1	1
	F_5	2
	F_3	3
	F_4	4
4. Груз F находится в равновесии. Указать, какой из силовых треугольников для шарнира B построен верно 		1
		2
		3
		4
5. Груз F находится в равновесии. Указать, какие условия равновесия для точки B записаны верно 	$\sum F_{kx} = R_3 - R_1 \cos 60^\circ = 0$ $\sum F_{ky} = R_2 - R_1 \cos 30^\circ = 0$	1
	$\sum F_{kx} = R_3 + R_1 \cos 60^\circ = 0$ $\sum F_{ky} = -R_2 + R_1 \cos 30^\circ = 0$	2
	$\sum F_{kx} = F - R_3 \cos 60^\circ = 0$ $\sum F_{ky} = R_2 - R_1 \cos 30^\circ = 0$	3
	Верный ответ не приведен	4

Вопросы к II рубежной аттестации (3семестр)

1. Какое движение твердого тела называется поступательным?
2. Перечислите основные свойства поступательного движения твердого тела.

3. Какими уравнениями задается поступательное движение тела?
4. Какое движение твердого тела называется вращательным вокруг неподвижной оси? Каковы траектории точек тела при этом движении?
5. Какими уравнениями задается вращательное движение тела вокруг неподвижной оси?
6. Какие зависимости существуют между углом поворота, угловой скоростью и угловым ускорением тела?
7. Как направлены вектора угловой скорости и углового ускорения?
8. Как определяется скорость точки тела, вращающегося вокруг неподвижной оси?
9. Как определяется ускорение точки тела, вращающегося вокруг неподвижной оси? Как направлены и чему равны его составляющие?
10. Какое движение твердого тела называется плоско-параллельным?
11. Какими уравнениями задается плоско-параллельное движение тела?
12. Как по уравнениям движения плоской фигуры найти скорость точки, принятой за полюс и угловую скорость фигуры?
13. Зависит ли поступательное перемещение плоской фигуры и её вращение от выбора полюса?
14. Как связаны между собой скорость произвольной точки плоской фигуры и скорость её точки, принятой за полюс?
15. Что называется мгновенным центром скоростей (м.ц.с.) плоской фигуры и как он определяется в различных случаях?
16. Где находится м.ц.с. плоской фигуры, совершающей мгновенно поступательное движение?
17. Каков закон распределения скоростей точек плоской фигуры относительно её мгновенного центра скоростей?
18. Ускорение какой точки плоской фигуры можно найти по уравнениям её движения?
19. Как определяется ускорение любой точки плоской фигуры?
20. Чему равны и как направлены составляющие \mathbf{a}^n_{VA} и \mathbf{a}^t_{VA} в равенстве:

$$\mathbf{a}_V = \mathbf{a}_A + \mathbf{a}^n_{VA} + \mathbf{a}^t_{VA} ?$$
21. Какие существуют методы решения уравнения:

$$\mathbf{a}_V = \mathbf{a}_A + \mathbf{a}^n_{VA} + \mathbf{a}^t_{VA} ?$$
22. Что называется относительным, переносным и абсолютным движениями точки?
23. Какая связь существует между абсолютной, относительной и переносной скоростями точки?
24. Как связаны переносная и относительная скорости точки, которая покоится относительно неподвижной системы координат?
25. Как определяется абсолютное ускорение точки при её сложном движении?
26. Как определяется кориолисово ускорение? В каких случаях оно равно нулю? Приведите примеры, реализующие эти случаи.
27. Сформулируйте основные понятия и определения динамики .
28. Сформулируйте законы Ньютона .
29. Дифференциальные уравнения движения материальной точки на естественные оси координат
30. Прямая и обратная задачи динамики.
31. Механическая система. Центр масс механической системы.
32. Теорема о движении центра масс механической системы.
33. Две меры механического движения.
35. Общие теоремы динамики точки. Теорема об изменении количества движения точки. Следствия теоремы.
36. Теорема об изменении момента количества движения точки (теорема моментов). Следствия теоремы.

37. Работа силы. Мощность. Примеры вычисления работ сил тяжести, упругости и трения.
 37. Теорема об изменении кинетической энергии точки.
 38. Несвободное движение точки. Уравнение движения точки по заданной неподвижной кривой.
 39. Теоремы динамики механической системы.
 40. Принцип Даламбера для механической системы.
 41. Уравнения Лагранжа второго рода.

Теоретическая механика

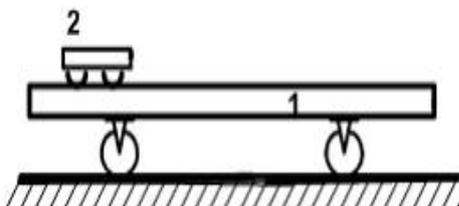
Карточка №1

1. Какое понятие рассматривается для характеристики действия, оказываемого на тело силой за некоторый промежуток времени ?

- а) работа силы ;
 б) импульса силы ;
 в) вектора силы ;

4 балла

2. Платформа массой $m_1 = 80$ кг и длиной $AB=l=6$ м стоит на гладкой горизонтальной плоскости. На платформе в положении А находится тележка массой $m_2 = 40$ кг. Если тележка под воздействием внутренних сил переместится в положение В, то платформа...



- а) останется на месте влево на 6 м
 б) переместится вправо на 6 м
 в) переместится вправо на 2 м
 г) переместится влево на 2 м

4 балла

3. Укажите формулу выражающую теорему об изменении кинетической энергии материальной точки.

а) $m\vec{V}_2 - m\vec{V}_1 = \sum_{k=1}^n \vec{S}_k;$

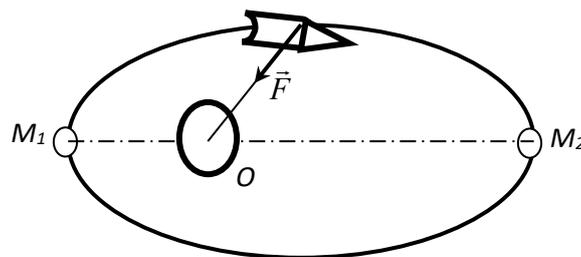
б) $m\vec{a} = \sum_{k=1}^n \vec{F}_k;$

в) $\frac{m\vec{V}_2^2}{2} - \frac{m\vec{V}_1^2}{2} = \sum_{k=1}^n A_k^e;$

г) $\frac{d}{dt}(m\vec{V}) = \sum_{k=1}^n \vec{F}_k;$

4 балла

4. Искусственный спутник M движется по эллипсу под действием силы притяжения к центру Земли O . Определить скорость V_2 в наиболее удаленной точке M_2 его траектории (в апогее) если скорость в наиболее близком положении M_1



Ответ: $V_2 = 7,9$ км/с;

траектории (в апогее) если скорость в наиболее близком положении M_1

8 баллов

Вопросы к зачету (3семестр)

1. Основные понятия и определения динамики . Законы Ньютона .
- 2 Координатный способ задания движения материальной точки.
3. Векторный способ задания движения материальной точки.
4. Уравнения равновесия системы сходящихся сил. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей плоской системы сходящихся сил.
5. Теорема об изменении кинетического момента материальной точки.
6. Дифференциальные уравнения движения материальной точки в декартовых координатах.
7. Естественный способ задания движения материальной точки. Скорость при этом способе.
8. Теорема об изменении количества движения механической системы дифференциальной и интегральной форме.
9. Цели, задачи и основные разделы теоретической механики.
10. Аналитические выражения векторного момента силы относительно координатных осей.
11. Плоско-параллельное движение твердого тела.
12. Работа силы тяжести силы упругости и силы тяготения.
13. Определение скорости и ускорения точки при координатном способе задания движения.
14. Аксиомы статики. Основные понятия и определения статики.
15. Условия равновесия произвольно-пространственной системы сил в аналитической форме.
16. Аналитические выражения главного вектора и главного векторного момента в декартовой системе координат.
17. Пространственная система сил. Момент силы относительно центра как вектор.
18. Определение скорости любой точки плоской фигуры при плоско- параллельном движении.
19. Частные случаи определения мгновенного центра скоростей плоской фигуры при плоско- параллельном движении.
20. Центр масс механической системы . Теорема о движении центра масс механической системы.
21. Момент силы относительно оси и точки.

22. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы.
23. Условия равновесия произвольно плоской системы сил.
24. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки.
25. Работа постоянной силы.
26. Теорема о параллельном переносе силы. (Лемма Пуансо)
27. Свободное и несвободное твёрдое тело. Реакции связи.
28. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы.
29. Условия равновесия произвольно плоской системы сил.
30. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки.
31. Работа переменной силы.
32. Механическая система. Внешние и внутренние силы.
33. Аналитическое и геометрическое условия равновесия системы сходящихся сил.
34. Приведение пространственной системы сил к данному центру.
35. Количество движения материальной точки.
36. Вращательное движение твёрдого тела. Угловая скорость и угловое ускорение.
37. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы.
38. Ускорение при плоско-параллельном движении твёрдого тела.
39. Закон сохранения движения центра масс механической системы.
40. Геометрические и аналитические условия равновесия сходящихся систем сил.
41. Скорость и ускорение материальной точки при векторном способе задания движения.
42. Теорема о проекциях скоростей двух точек тела при плоско-параллельном движении.
43. Касательное и нормальное ускорения точки.
44. Момент количества движения механической системы.
45. Прямая и обратная задачи динамики.
46. Дифференциальные уравнения движения материальной точки на естественные оси координат.

Образец билета к зачету

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

БИЛЕТ № 1

По дисциплине: «Механика»

1. Аналитическое определение равнодействующей сходящихся системы сил .
2. Механическая система. Внешние и внутренние силы.
3. Задача: Заданы уравнения движения точки $x = 3t$, $y = t^2$. Определить скорость, ускорение, траекторию движения точки, а также расстояние точки от начала координат в момент времени $t = 2c$.

Составитель : Махматхаджиева Р.С.

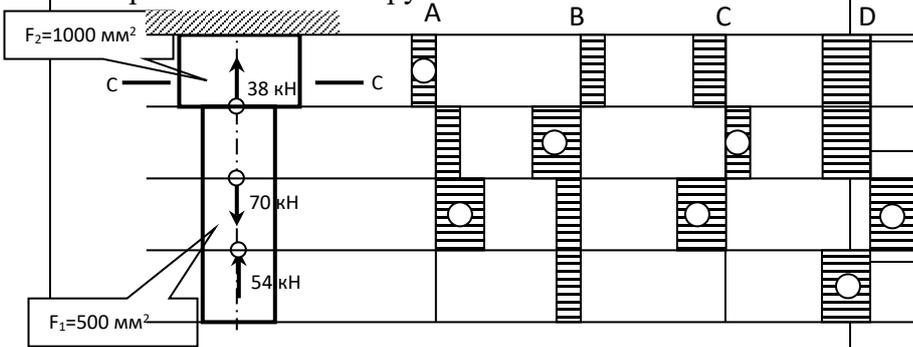
Вопросы к первой рубежной аттестации (4семестр)

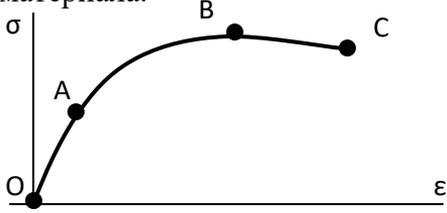
1. Охарактеризуйте коэффициент Пуассона, формула.
2. Охарактеризуйте закон Гука, формулы
3. Понятие о схематизации геометрии реального объекта. Основные объекты
4. Дайте определение бруса
5. Дайте определение оболочки
6. Дайте определение массива
7. Схематизация опорных устройств. Общие сведения
8. Количество степеней свободы пространственного тела

9. Количество степеней свободы плоского тела
10. Виды и назначение опорных устройств. Реакции каждой опоры
11. Охарактеризуйте шарнирно – подвижную опору
12. Охарактеризуйте шарнирно-неподвижную опору
13. Охарактеризуйте опору заделка
14. Что относится к нагрузкам. Краткая характеристика каждого вида
15. Внешние силы. Их виды. Единицы измерения
16. Охарактеризуйте объемные и поверхностные силы. Их единицы измерения
17. Охарактеризуйте внутренние силы, метод сечений
18. Основные компоненты внутренних сил. Краткая характеристика каждой, схема
19. Деформации вызываемые каждым компонентом внутренних сил
20. Напряжения. Определение, порядок нахождения. Единицы измерения
21. Среднее и истинное напряжения на площадке. Общие сведения
22. Виды напряжений. Их краткая характеристика, единицы измерения
23. Основные виды устройств заменяющих ручной труд. Их краткая характеристика.

характеристика.

Образец теста

№ п/п	Вопросы	Ответы	Код
1	<p>Выбрать соответствующую эпюру продольных сил в поперечных сечениях бруса</p>  <p>$F_2=1000 \text{ мм}^2$</p> <p>$F_1=500 \text{ мм}^2$</p> <p>38 кН</p> <p>70 кН</p> <p>54 кН</p> <p>A B C D</p>	A	1
		B	2
		C	3
		D	4
2	Для бруса из вопроса 1 определить наибольшую продольную силу, возникающую в поперечном сечении.	-16	1
		-38	2
		70	3
		-54	4
3	Определить нормальное напряжение в сечении С-С бруса из вопроса 1.	-38 МПа	1
		-22 МПа	2
		16 МПа	3
		21 МПа	4
4	Чему равен коэффициент запаса прочности в сечении С-С бруса, если механические характеристики материала: $\sigma_T=220 \text{ МПа}$; $\sigma_B=400 \text{ МПа}$? Использовать результаты, полученные при ответе на вопрос 3.	18,2	1
		10	2
		4,2	3
		7,4	4
5	Определить удлинение стального стержня длиной 3 м, нагруженного силой 240 кН; площадь поперечного сечения $10,9 \text{ см}^2$. Модуль упругости материала $2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$.	3,5 мм	1
		3,3 мм	2
		$12 \cdot 10^{-4} \text{ мм}$	3
		$12 \cdot 10^{-3} \text{ мм}$	4

6	Какой отрезок диаграммы растяжения соответствует зоне упругости материала. 	AB	1
		BC	2
		OA	3
		AC	4
7	Способность элемента конструкции сопротивляться внешним воздействиям не разрушаясь.	жесткость	1
		прочность	2
		упругость	3
		устойчивость	4
8	Закон Гука гласит: 1) Свойства материала не зависят от формы и размеров тела и одинаковы во всех его точках; 2) Упругие свойства материала во всех направлениях одинаковы, т.е. материал тела обладает упругой изотропией; 3) Тело считается абсолютно упругим; 4) Деформация материала конструкции в каждой его точке прямо пропорциональны напряжениям в этой точке.	1	1
		2	2
		3	3
		4	4

Вопросы 2 рубежной аттестации (4семестр)

1. Механизм. Определение, общие сведения.
 2. Звено Определение. Его состав.
 3. Виды звеньев в зависимости от выполняемых ими функций.
 4. Кинематическая пара. Определение. Типы пар.
 5. Элементы звена. Определение, виды.
 6. Кинематические цепи. Определение, виды.
 7. Машины, аппараты и приборы. Определения.
 8. Основные виды машин. Краткая характеристика.
 - 9 Охарактеризуйте звенья и кинематические пары кривошипно – ползунного механизма.
- Виды звеньев и типы кинематических пар.
10. Возможные перемещения звеньев кинематических пар. Чем они обусловлены.
 11. Условия связей в кинематических парах. Общие сведения.
 12. Возможные движения свободно движущегося в пространстве твердого тела.
 13. Степень свободы звена кинематической пары. Порядок определения.
 14. Число условий связи. Общие сведения. Пределы числа условий связи.
 15. Как осуществляются ограничения в перемещениях звеньев пары.
 16. Классы кинематических пар. В чем их различия.
 17. Характеристика кинематической пары I класса.
 18. Характеристика кинематической пары II класса.
 19. Характеристика кинематической пары III класса.
 20. Характеристика кинематической пары IV класса.
 21. Характеристика кинематической пары V класса.
 22. Виды кинематических пар. Краткая характеристика каждого вида.
 23. Условное обозначение кинематических пар и звеньев. Примеры.

24. Охарактеризуйте высшие и низшие кинематические пары. Примеры.

ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ по теории механизмов и машин

№ п/п	Вопросы	Ответы	Код
1	Дайте правильное определение машины	Совокупность тел движущихся по заданному направлению в данный момент времени	1
		Совокупность тел ограничивающих свободу движения друг друга взаимным сопротивлением	2
		Устройство, выполняющее механические движения для преобразования энергии, материалов и информации с целью замены или облегчения физического и умственного труда человека	3
		Устройство, изменяющее функции входных и выходных звеньев	4
		Система твердых тел, подвижно связанных путем соприкосновения и движущихся определенным, требуемым образом относительно одного из них, принятого за неподвижное.	5
2	Дайте правильное определение механизма	Совокупность тел движущихся по заданному направлению в данный момент времени	1
		Совокупность тел ограничивающих свободу движения друг друга взаимным сопротивлением	2
		Устройство, выполняющее механические движения для преобразования энергии, материалов и информации с целью замены или облегчения физического и умственного труда человека	3
		Устройство, изменяющее функции входных и выходных звеньев	4
		Система твердых тел, подвижно связанных путем соприкосновения и движущихся определенным, требуемым образом относительно одного из них, принятого за неподвижное.	5
3	Какие функции выполняет стойка?	Подвижное звено	1
		Неподвижное звено	2
		Звено, присоединенное к неподвижному звену	3
		Звено, присоединенное к подвижному звену	4
		Звено, присоединенное одновременно к подвижному и неподвижному звену	5
4	Какое звено имеет наименование кривошип?	Звено, совершающее возвратно-поступательное движение относительно неподвижной оси	1

		Звено, совершающее вращательное движение относительно неподвижной оси	2
		Звено, присоединенное своими концами к подвижным звеньям	3
		Звено, совершающее возвратно-поступательное движение	4
		Звено, имеющие в своем составе шипы	5
5	Какое звено имеет наименование шатун?	Звено, совершающее возвратно-поступательное движение относительно неподвижной оси	1
		Звено, совершающее вращательное движение относительно неподвижной оси	2
		Звено, присоединенное своими концами к подвижным звеньям	3
		Звено, совершающее возвратно-поступательное движение	4
		Звено, совершающее движение заданной кривизны	5

Вопросы на зачет(4семестр):

1. Дисциплина Сопромат и его основные задачи?
2. Что называется прочностью?
3. Что называется жесткостью?
4. Что называется устойчивостью?
5. Виды деформации тел?
6. Упругие и остаточные деформации?
7. Что называется расчетной схемой? Пример
8. Понятие о схематизации свойств материалов. Допущения о свойствах материалов
9. Охарактеризуйте однородность и изотропность материалов
10. Охарактеризуйте идеальную упругость тела
11. По какому закону изменяется форма и размеры упругого тела при действии нагрузок.
Формула
12. Охарактеризуйте коэффициент Пуассона, формула.
13. Охарактеризуйте закон Гука, формулы
14. Понятие о схематизации геометрии реального объекта. Основные объекты
15. Дайте определение бруса
16. Дайте определение оболочки
17. Дайте определение массива
18. Схематизация опорных устройств. Общие сведения
19. Количество степеней свободы пространственного тела
20. Количество степеней свободы плоского тела
21. Виды и назначение опорных устройств. Реакции каждой опоры
22. Охарактеризуйте шарнирно – подвижную опору
23. Охарактеризуйте шарнирно-неподвижную опору
24. Охарактеризуйте опору заделка
25. Что относится к нагрузкам. Краткая характеристика каждого вида
26. Внешние силы. Их виды. Единицы измерения
27. Охарактеризуйте объемные и поверхностные силы. Их единицы измерения
28. Охарактеризуйте внутренние силы, метод сечений

29. Основные компоненты внутренних сил. Краткая характеристика каждой, схема
30. Деформации вызываемые каждым компонентом внутренних сил
31. Напряжения. Определение, порядок нахождения. Единицы измерения
32. Среднее и истинное напряжения на площадке. Общие сведения
33. Виды напряжений. Их краткая характеристика, единицы измерения
34. Общие понятия и определения: устройство механизма (звенья; кинематические пары; элементы КП; виды звеньев в зависимости от выполняемых ими функций; замыкание пар. кинематические цепи, их виды; основные виды механизмов; низшие и высшие пары, их достоинства и недостатки.
35. Степень свободы звеньев КП: классы КП, порядок определения класса КП
36. Структурный анализ механизма: число степеней свободы пространственного и плоского механизма, избыточные связи, порядок их выявления
37. Кинематический анализ механизмов: функции перемещения вращательных и поступательных КП, планы положения, скоростей и ускорений плоских механизмов, порядок их построения и использования, масштабы
38. Силовой анализ механизмов: задачи и цели силового анализа; силы действующие на звенья механизма; определение сил инерции в механизмах; силовой расчет рычажных механизмов: определение реакций в КП; построение плана сил; расчет ведущего звена; использование рычага Жуковского при определении уравнивающей силы
39. Динамический анализ механизмов: основные режимы движения механизмов; приведенный момент инерции механизма; приведенный момент сил; кинетическая энергия; уравнение движения машины; определение момента инерции маховика и его махового момента

Образец билета к зачету

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

БИЛЕТ № 1

По дисциплине: «Механика»

1. Понятие о схематизации свойств материалов. Допущения о свойствах материалов
2. Степень свободы звеньев КП: классы КП, порядок определения класса КП
3. Построить план механизма в заданном положении

Дано:

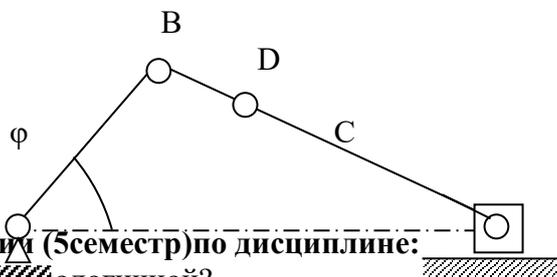
AB = 85 мм

BC = 145 мм

BD = 55 мм

$\varphi = 55^\circ$

$n = 30$ об/мин



Составитель : Махматхаджиева Р.С.

Вопросы к первой рубежной аттестации (5 семестр) по дисциплине:

1. Какую конструкцию называют ~~логичной~~ логичной?
2. Что называется конструированием?
3. Что называется проекторочным и проверочным расчетом?
4. Перечислите основные критерии работоспособности деталей машин?
5. Что такое деталь?

6. Что такое узел?
7. Что такое механизм?
8. Дайте определение параметрам по которым оценивают совершенство детали.
9. Чем характеризуется надежность детали машин?
10. Чем характеризуется экономичность детали машин?
11. Что называется интенсивностью отказов?
12. Перечислите характеристики цикла перемены напряжений деталей машин и укажите зависимость между ними.
13. Какое значение имеет унификация деталей и узлов в машиностроении?
14. Какое техническое и экономическое значение имеет технологичность машин, их узлов и деталей?
15. В каких случаях возникают контактные напряжения?
16. Запишите формулу Герца, применяемую для расчета зубчатых колес по контактными напряжениям.
17. Каково назначение механических передач?
18. Дайте классификацию механических передач.
19. Как определяют передаточное отношение и КПД механических передач?
20. Дайте классификацию зубчатых передач.
21. Назовите кинематические характеристики механических передач?
22. Каковы основные достоинства зубчатых передач по сравнению с другими передачами?
23. Каковы достоинства и недостатки ременной передачи по сравнению с другими передачами?
24. Какие различают виды зубчатых передач и где их применяют?
25. Какие окружности зубчатых колес называются начальными?
26. Что называется делительной окружностью зубчатого колеса?
27. Что такое шаг и модуль зубьев?
28. Сформулируйте основную теорему зубчатого зацепления?
29. Какое максимальное передаточное число допускается для одной пары различных видов зубчатых передач?
30. Какие различают виды зубчатых редукторов по числу передачи, по форме колес, по форме зубьев и по расположению валов?

Тестовое задание по дисциплине «Детали машин»

№	Вопрос	Вариант ответа
1	Определить общее число зубьев пары цилиндрических зубчатых колёс, межосевое расстояние которых 240 мм, а модуль 5 мм.	1) 48 2) 96 3) 144
2	Назовите две основные кинематические характеристики механической передачи?	1) P ; w . 2) v ; T . 3) n ; F .
3	Определить межосевое расстояние цилиндрической прямозубой зубчатой передачи, если известно, что модуль зубьев 0,003 м, а суммарное число зубьев 180 штук.	1) 240 мм; 2) 270 мм; 3) 300 мм;

4	Какой вид первоначального контактного напряжения возникает при сжатии двух цилиндров, с перпендикулярно расположенными осями?	1) по окружности 2) по линии 3) в точке
5	Чему равна окружная сила на ободке ведомого шкива, если натяжение ведомой ветви равно 3200 Н, а ведущей 1600 Н?	1) 1600 Н 2) 3200 Н

Вопросы ко второй рубежной аттестации(5семестр) по дисциплине:

1. Какие силы действуют в зацеплении прямозубых цилиндрических зубчатых колес и как их определяют?
2. Какие силы действуют в зацеплении косозубых цилиндрических зубчатых колес и как их определяют?
3. Какие силы действуют в зацеплении конических зубчатых колес и как их определяют?
4. Какие виды термической и химико-термической обработки зубьев применяют для их упрочнения?
5. По каким причинам зубчатые передачи выходят из строя ?
6. Каково условие прирабатываемости зубчатых колёс?
7. По какому зубчатому колесу производится расчет зубьев на контактную прочность и почему?
8. Какие различают виды ременных передач и где их применяют?
9. Какие различают виды ремней по форме их поперечного сечения?
10. Какое скольжение ремня возникает в ременной передаче под нагрузкой?
11. Почему возникает упругое скольжение ремня, и чем оно характеризуется?
12. Сформулируйте выражение для определения силы натяжения ведущей (набегающей) ветви ремня?
13. Сформулируйте выражение для определения силы натяжения ведомой (сбегающей) ветви ремня?
14. Как определяют передаточное число ременной передачи с учетом проскальзывания ремня?
15. Почему обод шкива плоскоремненной передачи выполняют выпуклым?
16. Какие различают виды приводных цепей.
17. Каковы достоинства и недостатки цепной передачи и где ее применяют?
18. Какие потери имеют место в цепной передаче и чему равен её КПД?
19. Какие различают виды червяков и червячных передач?
20. Каковы преимущества и недостатки червячной передачи по сравнению с зубчатой и где ее применяют?
21. Как определяется КПД червячной передачи?
22. Чем характеризуется самоторможение червячной передачи?
23. Из каких материалов изготавливают червяки и червячные колеса?
24. Чему равно минимальное число зубьев червячного колеса?
25. Какие силы действуют на червяк и на червячное колесо и как их определяют?
26. Что такое вал и ось?
27. Назовите конструктивные элементы вала?
28. Дайте определение подшипнику скольжения и подшипнику качения?
29. Что такое резьба?

31. Перечислите основные крепёжные детали резьбового соединения?
32. Какие сварные швы вы знаете?
33. Когда применяются шпоночные и шлицевые соединения?
34. Назначение ходовой резьбы?
35. В чем различие метрической и дюймовой резьбы?
36. Назначение муфт приводов?

№	Вопрос	Вариант ответа
1	Определить общее число зубьев пары цилиндрических зубчатых колёс, межосевое расстояние которых 240 мм, а модуль 5 мм.	1) 48 2) 96 3) 144
2	Назовите две основные кинематические характеристики механической передачи?	1) P ; w . 2) v ; T . 3) n ; F .
3	Определить межосевое расстояние цилиндрической прямозубой зубчатой передачи, если известно, что модуль зубьев 0,003 м, а суммарное число зубьев 180 штук.	1) 240 мм; 2) 270 мм; 3) 300 мм;
4	Какой вид первоначального контактного напряжения возникает при сжатии двух цилиндров, с перпендикулярно расположенными осями?	1) по окружности 2) по линии 3) в точке
5	Чему равна окружная сила на ободке ведомого шкива, если натяжение ведомой ветви равно 3200 Н, а ведущей 1600 Н?	1) 1600 Н 2) 3200 Н 3) 4800 Н

Вопросы к экзамену по дисциплине:

1. Требования к машинам и деталям. Надёжность машин.
2. Циклы напряжений в деталях машин.
3. Усталость материалов деталей машин. Предел выносливости.
4. Местные напряжения в деталях машин.
5. Контактная прочность деталей машин. Формула Герца.
6. Критерии работоспособности и расчёта деталей машин:
 - прочность, жёсткость, износостойкость, теплостойкость, виброустойчивость;

- проектировочный и проверочный расчёты.
- 7. Резьбовые соединения:
 - классификация;
 - геометрические параметры резьбы;
 - основные типы резьбы;
 - классы прочности резьбовых деталей.
- 8. Сварные соединения:
 - классификация;
 - основные типы сварных швов.
- 9. Шпоночные соединения:
 - разновидность шпоночных соединений;
 - расчёт шпоночных соединений.
- 10. Механические передачи. Назначение передач и их классификация.
- 11. Основные кинематические и силовые соотношения в передачах.
- 12. Ременные передачи:
 - основные геометрические соотношения;
 - силы в передаче;
 - скольжение ремня, передаточное число.
- 13. Зубчатые передачи:
 - основы теории зубчатого зацепления;
 - основные элементы и характеристики эвольвентного зацепления;
 - допускаемые напряжения;
 - силы в зацеплении;
- 14. Червячные передачи:
 - классификация червячных передач;
 - основные геометрические соотношения в червячной передаче;
 - передаточное число, силы в зацеплении.
- 15. Валы и оси:
 - конструктивные элементы;
 - проектировочный и проверочный расчёты валов.
- 16. Подшипники качения:
 - конструкции подшипников, достоинства и недостатки.
- 17. Подшипники скольжения:
 - конструкции подшипников, достоинства и недостатки.
- 18. Муфты механических приводов:
 - классификация.

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

им. академика Д.М.Миллионщикова

БИЛЕТ № 1

По дисциплине: «Механика»

1. Требования к машинам и деталям. Надёжность машин.

Циклы напряжений в деталях машин.

2. Основные силовые и кинематические соотношения в механических

передачах

3. Задача: Определить межосевое расстояние цилиндрической прямозубой зубчатой передачи, если известно, что модуль зубьев 0,003 м, а суммарное число зубьев 180 штук

Утверждено на заседании кафедры

Протокол № ___ от ___ 20__ г.

Зав. кафедрой _____

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Цыви́льский В.Л.. Теоретическая механика. –М.: Высш. шк., 2001.- 319с.
2. Бутенин Н.В., Лунц Я.Л., Меркин Д.Р. Курс теоретической механики. 11-е изд. – Спб., 2009.- 477 с. -
3. Александров А.В., Потапов В.Д. Сопротивление материалов.–М.: Высш. шк., 2002.- 400с.
4. Миролубов Н.Н., Алмаметов Ф.З. Сопротивление материалов пособие по решению задач. . – Спб., 2004.- 512 с. -
5. Гуяна Н.В., В.Г. Клоков В.Г.. «Детали машин» .–М.: 2004.- 288с.
6. Фролов К.В., Попов С.А.. Теория механизмов и механика машин. –М.: Высш. шк., 2001.- 496с
7. Артоболовский И.И., Эдельштейн Б.В. Сборник задач по теории механизмов и машин. М.: Наука, 2001, 255с

б) дополнительная литература

1. Бать М.И., Джанелидзе Г.Ю., Кельзон А.С.. Теоретическая механика в примерах и задачах. 9-е изд., стер.. – Спб., 2010 г.
2. Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике. 46-е изд. – Спб.,М.,Краснодар., 2006.-448с.
- 3.Ицкович Г.М., Сопротивление материалов.–М.: Высш. шк., 2001.- 368с.
- 4.Ицкович Г.М., МининЛ.С., Винокуров А.И. Руководство к решению задач по сопротивлению материалов.–М.: Высш. шк., 2001.- 592с.
5. Чернавский А.А., Боков К.Н.. «Курсовое проектирование деталей машин» .–М.: 2005.- 288с. –
6. Эрдеди С.А., Эрдеди Н.А.. «Детали машин» .–М.: 2003.- 288с.

9. Программное и коммуникационное обеспечение

- 1.Интернет-библиотека
2. Наборы диапозитивов (фолий) для лекционных занятий.
3. Набор плакатов.

9.1.Материально-техническое обеспечение дисциплины

- 1.Поточные лекционные аудитории, оснащенные современными техническими средствами обучения (ТСО).

СОСТАВИТЕЛЬ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ:

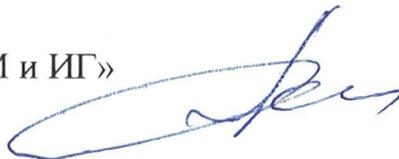
Старший преподаватель
кафедры «ПМ и ИГ»



/Махматхаджиева Р.С./

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой «ПМ и ИГ»



/Саидов М.А./

Зав. кафедрой «ПГ и Г»



/Эльжаев А.С./

Директор ДУМР



/Магомаева М.А./