

Приложение ППСЗ по специальности 27.02.07 «Управление качеством продукции, процессов и услуг
(по отраслям)»
2024-2025 уч.г.: Рабочая программа учебной дисциплины ОП 03. Техническая механика

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ
ОБЛАСТНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«АЛЕКСЕЕВСКИЙ КОЛЛЕДЖ»

**Комплект
контрольно-оценочных средств**

по учебной дисциплине

ОП 03. Техническая механика

для специальности

**27.02.07 Управление качеством продукции, процессов и услуг
(по отраслям)**

Алексеевка – 2024

Комплект контрольно-оценочных средств разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 27.02.07 Управление качеством продукции, процессов и услуг (по отраслям), утвержденного приказом Министерства просвещения Российской Федерации № 234 от 14 апреля 2022 года.

Составитель:

Ковалев Н.А., преподаватель ОГАПОУ «Алексеевский колледж»

1. Паспорт комплекта оценочных средств

1.1 Область применения комплекта оценочных средств

Контрольно-оценочные средства (КОС) предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины ОП.03 Техническая механика.

КОС включают контрольные материалы для проведения промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета.

КОС разработан на основании рабочей программы учебной дисциплины ОП.03 Техническая механика.

1.2 Цели и задачи учебной дисциплины – требования к результатам освоения учебной дисциплины

В результате освоения программы учебной дисциплины обучающийся должен

уметь:

У1 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;

У2 производить расчеты механических передач и простейших сборочных единиц;

У3 читать кинематические схемы;

У4 определять напряжения в конструкционных элементах правильно выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;

У5 определять критерии и показатели и технического состояния в зависимости от вида оборудования, оснастки, инструмента, средств измерения;

У6 выбирать методы и способы определения значений технического состояния оборудования, оснастки, инструмента, средств измерений;

У7 определять критерии и показатели соответствия готовой продукции, условий ее хранения и транспортировки на основании нормативной и технологической документации.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **знать:**

З1 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;

З2 методику расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах деформации;

З3 основы расчетов механических передач и простейших сборочных единиц общего назначения;

З4 основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте;

З5 методы работы в профессиональной и смежных сферах;

З6 требования к техническому состоянию оснастки, инструмента, средств

измерений и сроков проведения их поверки;

37 методы и средства технического контроля соответствия готовой продукции, условий ее хранения и транспортировки.

Профессиональные (ПК) и общие (ОК) компетенции, которые актуализируются при изучении учебной дисциплины:

ОК1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ПК 1.1. Оценивать соответствие качества поступающих в организацию сырья, материалов, полуфабрикатов, комплектующих изделий техническим регламентам, стандартам (техническим условиям), условиям поставок и договоров.

ПК 1.2. Определять техническое состояние оборудования, оснастки, инструмента, средств измерений и сроки проведения их поверки на соответствие требованиям нормативных документов и технических условий (по отраслям).

ПК 1.4. Осуществлять мониторинг соблюдения основных параметров технологических процессов на соответствие требованиям нормативных документов и технических условий.

1.3. Планируемые личностные результаты освоения рабочей программы

ЛР 1. Осознающий себя гражданином и защитником великой страны.

ЛР 2. Проявляющий активную гражданскую позицию, демонстрирующий приверженность принципам честности, порядочности, открытости, экономически активный и участвующий в студенческом и территориальном самоуправлении, в том числе на условиях добровольчества, продуктивно взаимодействующий и участвующий в деятельности общественных организаций.

ЛР 4. Проявляющий и демонстрирующий уважение к людям труда, осознающий ценность собственного труда. Стремящийся к формированию в сетевой среде лично и профессионально конструктивного «цифрового следа».

ЛР 7. Осознающий приоритетную ценность личности человека; уважающий собственную и чужую уникальность в различных ситуациях, во всех формах и видах деятельности.

ЛР 10. Заботящийся о защите окружающей среды, собственной и чужой безопасности, в том числе цифровой.

1.4. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Наименование тем	Коды умений (У), знаний (З), личностных результатов (ЛР),	Средства контроля и оценки результатов обучения в рамках текущей	Средства контроля и оценки результатов обучения в рамках промежуточной аттестации
------------------	---	--	---

	формированию которых способствует элемент программы	аттестации (номер задания)	(номер задания/контрольного вопроса/ экзаменационного билета)
Раздел 1. Теоретическая механика			
Тема 1. Основные понятия и аксиомы статики	ОК1 ПК 1.1 ПК1.2 ПК 1.4 У1-7 З1-7 ЛР1 ЛР2 ЛР4 ЛР7 ЛР 10	ПЗ №1 ТЗ №1	ПЗ №1,2 ТЗ №1 КВ №1-3 ДБ №1,2
Тема 2. Плоская си- стема сходящихся сил	ОК1 ПК 1.1 ПК1.2 ПК 1.4 У1-7 З1-7 ЛР1 ЛР2 ЛР4 ЛР7 ЛР 10	ПЗ №2 ТЗ №2	ПЗ №3,4 ТЗ №1 КВ №4-6 ДБ №3,4
Тема 3. Параллельные силы в плоскости. Пара сил. Момент силы относительно точки	ОК1 ПК 1.1 ПК1.2 ПК 1.4 У1-7 З1-7 ЛР1 ЛР2 ЛР4 ЛР7 ЛР 10	ПЗ №3 ТЗ №3	ПЗ №5,6 ТЗ №1 КВ №7-9 ДБ №5,6
Тема 4. Плоская система произвольно расположенных сил	ОК1 ПК 1.1 ПК1.2 ПК 1.4 У1-7 З1-7 ЛР1 ЛР2 ЛР4 ЛР7 ЛР 10	ПЗ №4 ТЗ №4	ПЗ №7,8 ТЗ №1 КВ №10-12 ДБ №7,8
Тема 5. Центр тяжести тела. Устойчивость равновесия	ОК1 ПК 1.1 ПК1.2 ПК 1.4	ПЗ №5 ТЗ №5	ПЗ №9,10 ТЗ №1 КВ №13-15

	У1-7 З1-7 ЛР1 ЛР2 ЛР4 ЛР7 ЛР 10		ДБ №9,10
Тема 6. Кинематика точки и твердого тела.	ОК1 ПК 1.1 ПК1.2 ПК 1.4 У1-7 З1-7 ЛР1 ЛР2 ЛР4 ЛР7 ЛР 10	ПЗ №6 ТЗ №6	ПЗ №11,12 ТЗ №1 КВ №16-18 ДБ №11,12
Тема 7. Работа и мощность. Трение.	ОК1 ПК 1.1 ПК1.2 ПК 1.4 У1-7 З1-7 ЛР1 ЛР2 ЛР4 ЛР7 ЛР 10	ПЗ №7 ТЗ №7	ПЗ №13,14 ТЗ №1 КВ №19-21 ДБ №13,14
Раздел 2. Сопротивление материалов			
Тема 1. Основные положения	ОК1 ПК 1.1 ПК1.2 ПК 1.4 У1-7 З1-7 ЛР1 ЛР2 ЛР4 ЛР7 ЛР 10	ПЗ №8 ТЗ №8	ПЗ №15,16 ТЗ №1 КВ №22-24 ДБ №15,16
Тема 2. Растяжение и сжатие	ОК1 ПК 1.1 ПК1.2 ПК 1.4 У1-7 З1-7 ЛР1 ЛР2 ЛР4 ЛР7 ЛР 10	ПЗ №9 ТЗ №9	ПЗ №17,18 ТЗ №1 КВ №25-27 ДБ №17,18

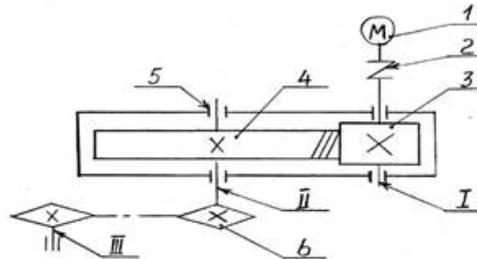
Раздел 3. Детали машин			
Тема 1. Механические передачи и вариаторы	ОК1 ПК 1.1 ПК1.2 ПК 1.4 У1-7 З1-7 ЛР1 ЛР2 ЛР4 ЛР7 ЛР 10	ПЗ №10 ТЗ №10	ПЗ №19,20 ТЗ №1 КВ №28-30 ДБ №19,20
Тема 2. Передача винт-гайка	ОК1 ПК 1.1 ПК1.2 ПК 1.4 У1-7 З1-7 ЛР1 ЛР2 ЛР4 ЛР7 ЛР 10	ПЗ №11 ТЗ №11	ПЗ №21,22 ТЗ №1 КВ №31-33 ДБ №21,22
Тема 3. Подшипники скольжения и качения	ОК1 ПК 1.1 ПК1.2 ПК 1.4 У1-7 З1-7 ЛР1 ЛР2 ЛР4 ЛР7 ЛР 10	ПЗ №12 ТЗ №12	ПЗ №23,24 ТЗ №1 КВ №34-36 ДБ №23
Тема 4. Разъемные и неразъемные соединения	ОК1 ПК 1.1 ПК1.2 ПК 1.4 У1-7 З1-7 ЛР1 ЛР2 ЛР4 ЛР7 ЛР 10	ПЗ №13 ТЗ №13	ПЗ №25,26 ТЗ №1 КВ №37-48 ДБ №24

2. Комплект оценочных средств для текущей аттестации

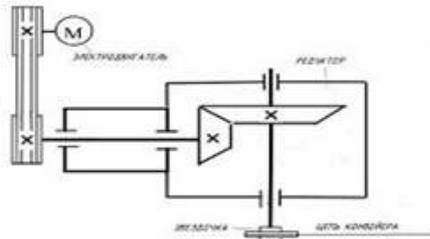
2.1. Практические задания (ПЗ)

ПЗ№1 Рассчитать закрытую прямозубую передачу. Вращающий момент на валу колеса $T_2 = 189,5 \text{ Нм}$ при угловой скорости колеса $\omega_2 = 24,8 \text{ рад/с}$. Передаточное число $u = 4$. Передача нереверсивная. Нагрузка, близкая к постоянной.

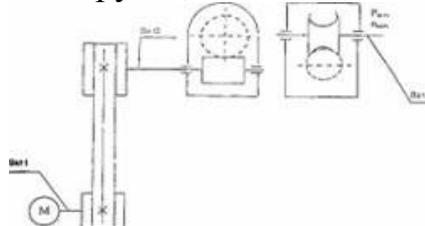
ПЗ№2 Рассчитать закрытую косозубую передачу одноступенчатого цилиндрического редуктора. Вращающий момент на валу колеса редуктора $T_2 = 189,5 \text{ Нм}$ при угловой скорости колеса $\omega_2 = 24,8 \text{ рад/с}$. Передаточное число $u = 4$. Передача нереверсивная. Нагрузка, близкая к постоянной.



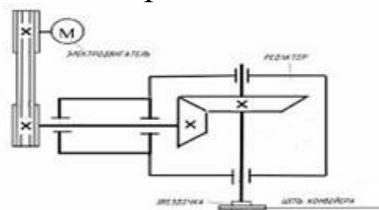
ПЗ№3 Рассчитать закрытую коническую передачу одноступенчатого редуктора привода автоматической линии. Вращающий момент на валу колеса $T_2 = 240 \text{ Нм}$ при угловой скорости колеса $\omega_2 = 53,8 \text{ рад/с}$. Передаточное число $u = 2,8$. Передача нереверсивная. Угол между осями валов редуктора 90° . Нагрузка, близкая к постоянной.



ПЗ№4 Рассчитать червячную передачу редуктора с нижним расположением червяка. Вращающий момент на валу червячного колеса $T_2 = 730 \text{ Нм}$ при угловой скорости колеса $\omega_2 = 4,7 \text{ рад/с}$. Передаточное число $u = 21,4$. Передача реверсивная. Нагрузка, близкая к постоянной.

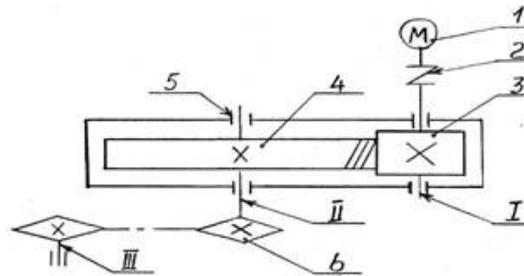


ПЗ№5 Рассчитать клиноременную передачу от электродвигателя к редуктору. Требуемая мощность электродвигателя $P_1 = 5,2 \text{ кВт}$ при $\omega_1 = 300 \text{ рад/с}$. Передаточное число ременной передачи $u = 3$.



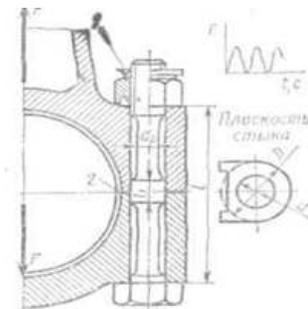
ПЗ №6 Рассчитать цепную передачу. Мощность на ведущей звездочке $P_1 = 4,7 \text{ кВт}$ при $\omega_1 = 24,8 \text{ рад/с}$. Передаточное число цепной передачи $u = 5$.

Нагрузка близкая к постоянной. Смазывание цепи периодическое. Наклон линии центров звездочек к горизонту $\theta = 38^\circ$. Натяжение цепи регулируется перемещением вала звездочками.

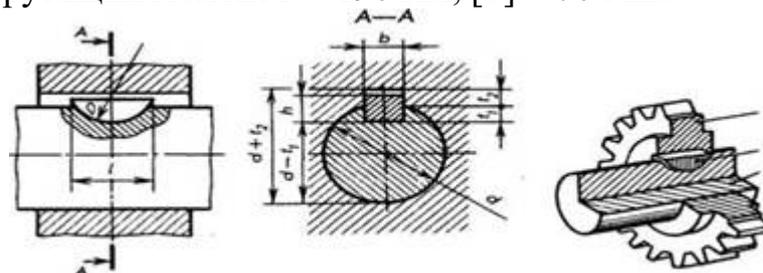


ПЗ №7 Определить силу FK, которую необходимо приложить к стандартному ключу при завинчивании гайки до появления в стержне болта напряжений, равных пределу текучести $\sigma_t = 200 \text{ МПа}$ (сталь 10). Определить также напряжения смятия $\sigma_{см}$ и среза τ в резьбе. Расчет выполнить для болтов М6, М12, М36 и сравнить полученные результаты. Длину ручки стандартного ключа в среднем принять $l = 15d$, коэффициент трения в резьбе и на торце гайки $f = 0,15$.

ПЗ №8 Рассчитать болты нижнего подшипника шатуна двигателя внутреннего сгорания (рис. 1.35, где 1— пружинная стопорная шайба; 2— регулировочная жесткая шайба). Максимальная нагрузка одного болта $F = 8000 \text{ Н}$, материал болтов — сталь 35Х улучшенная, шатуна — 35Г2; $l = 90 \text{ мм}$, $l_1 = 10 \text{ мм}$; $D = 40 \text{ мм}$; затяжка болтов не контролируется. Нагрузка F складывается в основном из сил: инерции при движении масс поршня и шатуна. Приблизительно можно принять изменение нагрузки: по графику от нулевого цикла.



ПЗ №9. Определить размеры сегментной шпонки для вала диаметром 35 мм, передающей крутящий момент $T = 190 \text{ Нм}$, $[\sigma] = 70 \text{ МПа}$



ПЗ №10 Определение равнодействующей плоской системы сходящихся сил.

ПЗ №11. Определение моментов сил.

ПЗ №12. Определение опорных реакций балок.

ПЗ №13. Определение центра тяжести плоских составных фигур.

2.2. Тестовые задания (ТЗ)

ТЗ №1

1. Устройство, осуществляющее механические движения для преобразования энергии, материалов и информации с целью облегчения физического и умственного труда человека называется...

- 1) машиной
- 2) узлом
- 3) механизмом
- 4) сборочной единицей

2. Машины по назначению условно подразделяют на группы

- 1) энергетические, рабочие, информационные
- 2) двигатели, преобразователи, транспортные
- 3) вычислительные, кибернетические, машины-орудия
- 4) машинные агрегаты, машины-орудия, машины, состоящие из

нескольких агрегатов

3. Механизм представляет собой...

- 1) совокупность звеньев соединенных кинематическими парами
- 2) кинематическую цепь со стойкой
- 3) механическую систему для преобразования движения
- 4) систему тел, преобразующих энергию из одного вида в другой

4. Деталью называют изделие, ...

- 1) выполненное из одного материала без применения сборочных операций
- 2) представляющее собой законченную сборочную единицу, состоящую из деталей, имеющих общее функциональное назначение
- 3) составные части которого подлежат соединению между собой на

предприятии изготовителе сборочными операциями

5. Узлом называют изделие, ...

1) выполненное из одного материала без применения сборочных операций

2) представляющее собой законченную сборочную единицу, состоящую из деталей, имеющих общее функциональное назначение

3) составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии изготовителе сборочными операциями

6. Сборочной единицей называют изделие,...

1) выполненное из одного материала без применения сборочных операций

2) представляющее собой законченную сборочную единицу, состоящую из деталей, имеющих общее функциональное назначение

3) составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии изготовителе сборочными операциями

7. К деталям общего назначения не относится...

1) вал

2) болт

3) шкив

4) поршень

8. Установите последовательность стадий проектирования машин

1) техническое задание

2) техническое предложение

3) эскизный проект

4) технический проект

5) разработка рабочей документации

9. К основным критериям работоспособности и расчета деталей и узлов относятся...

1) прочность, жесткость, износостойкость, виброустойчивость

2) производительность, надежность, долговечность

3) удобство сборки, разборки и замены

4) технологичность, эстетичность

10. При выполнении проектного расчета определяют...

1) размеры детали и выбирают ее материал

2) напряжения в опасных сечениях

3) коэффициенты запаса прочности

11. Проверочный расчет на прочность заключается в определении...

1) напряжений или коэффициентов запаса прочности

2) размеров детали в опасных сечениях

3) материала детали

4) внешнего вида и цвета детали

12. Расчет деталей, узлов и механизмов начинается с...

1) проектного расчета

2) конструирования

3) проверочного расчета

13. При конструировании узла или механизма целесообразно...

1) полностью выполнить все расчеты и затем сконструировать узел или механизм

1) сконструировать узел или механизм, а затем выполнить все расчеты

3) расчеты и конструирование выполнять параллельно

ТЗ №2

1. Мощность механической передачи определяется по формуле ...

1) $P = \frac{F_1}{v}$

2) $P = \frac{T}{\omega}$

3) $P = F \cdot v$

4) $P = T \cdot \omega$

2. КПД механической передачи определяется по формуле ...

1) $\eta = \frac{P_1}{P_2}$

2) $\eta = P_2 P_1$

3) $\eta = \frac{P_1 - P_2}{P_1}$

4) $\eta = \frac{P_2}{P_1}$

3. Механическая передача является повышающей и называется мультипликатором при ...

1) $u < 1, n_2 < n_1$

2) $u > 1, n_2 > n_1$

3) $u > 1, n_2 < n_1$

4) $u < 1, n_2 > n_1$

4. Механическая передача является понижающей и называется редуктором при...

1) $u < 1, n_2 < n_1$

2) $u < 1, n_2 > n_1$

3) $u > 1, n_2 < n_1$

4) $u > 1, n_2 > n_1$

5. Коэффициент полезного действия (КПД) механического привода определяется по формуле ...

- 1) $\eta = 1 - \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \dots \cdot \eta_n$
- 2) $\eta = \eta_1 \div \eta_2 \div \dots \div \eta_n$
- 3) $\eta = 1 - (\eta_1 \div \eta_2 \div \dots \div \eta_n)$
- 4) $\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \dots \cdot \eta_n$

6. Наиболее высокий КПД имеет ... передача.

- 1) зубчатая коническая
- 2) цепная
- 3) червячная
- 4) ременная
- 5) зубчатая цилиндрическая

7. К механическим передачам зацеплением относятся ...

- 1) зубчатые, волновые, клиноременные
- 2) зубчатые, фрикционные, червячные
- 3) зубчатые, цепные, червячные, планетарные
- 4) зубчатые, червячные, ременные, фрикционные

8. К механическим передачам трением относится ...

- 1) червячная
- 2) клиноременная
- 3) волновая зубчатая
- 4) планетарная
- 5) винтовая

9. Больше передаточное отношение имеет ... передача.

- 1) коническая зубчатая
- 2) ременная
- 3) цепная
- 4) цилиндрическая зубчатая
- 5) червячная

10. В механическом приводе быстроходной называется передача ...

- 1) расположенная ближе к двигателю
- 2) расположенная ближе к рабочему органу привода
- 3) открытая
- 4) закрытая

11. Передаточное отношение механической передачи определяют по формуле...

$$1) \quad i = \frac{n_1}{n_2}$$

$$2) \quad i = r_2 + r_1$$

$$3) \quad i = \frac{F_1}{F_2}$$

$$4) \quad i = r_2 + r_1$$

ТЗ №3

1. Движение в зубчатых передачах передается за счет...

- 1) зацепления зубьев
- 2) сил трения между зубьями
- 3) прижатия колес друг к другу
- 4) скольжения зубьев друг по другу

2. В цилиндрических зубчатых передачах передаточное отношение ...

- 1) постоянное
- 2) переменное
- 3) $i = \pi$
- 4) $i = \infty$

3. Минимальное число зубьев прямозубых зубчатых колес по условию отсутствия подрезания равно ...

- 1) $z_{min} = 21$
- 2) $z_{min} = 19$
- 3) $z_{min} = 17$
- 4) $z_{min} = 11$
- 5) $z_{min} = 24$

4. Зацепление зубчатых колес эквивалентно качению без скольжения окружностей называемых ...

- 1) делительными окружностями
- 2) начальными окружностями
- 3) окружностями вершин зубьев
- 4) основными окружностями
- 5) окружностями впадин зубьев

5. У зубчатых колес находящихся в зацепление должны быть одинаковыми ...

- 1) делительные диаметры
- 2) ширина колес
- 3) числа зубьев
- 4) модули

6. Стандартизированным параметром зубчатых колес является ...

- 1) число зубьев
- 2) угол наклона зубьев
- 3) делительный диаметр
- 4) модуль зацепления
- 5) шаг зубьев

7. В зубчатой передаче напряжения изгиба вызывают ... зубьев.

- 1) усталостное выкрашивание
- 2) поломку
- 3) износ
- 4) заедание

8. Основными критериями работоспособности зубчатых передач являются ...

- 1) прочность при срезе зубьев
- 2) контактная прочность зубьев
- 3) прочность при смятии зубьев
- 4) прочность при изгибе зубьев

9. В зацеплении косозубой цилиндрической передачи действуют силы

...

- 1) радиальная, окружная,
- 2) радиальная, осевая, нормальная
- 3) радиальная, окружная, нормальная
- 4) радиальная, окружная, осевая

10. При проектном расчете размеры открытой зубчатой передачи определяют расчетом ...

- 1) на прочность при изгибе зубьев
- 2) на прочность при срезе зубьев
- 3) на контактную прочность зубьев
- 4) на прочность при смятии зубьев
- 5) на прочность при сжатии зубьев

11. Формула для проектного расчета цилиндрических зубчатых передач имеет вид ...

$$\begin{aligned}
1) \quad \sigma_F &= \frac{K_F F_t}{b m} Y_{FS} Y_\beta Y_s \\
2) \quad a_w &= K_o (u \pm 1) \sqrt[3]{\frac{K_H \beta T_2}{u^2 \psi_{bc} [\sigma]_H^2}} \\
3) \quad \sigma_H &= Z_E Z_s Z_H \sqrt{\frac{K_H F_t (u \pm 1)}{b_w d_1 u}} \leq [\sigma]_H \\
4) \quad d_{el} &= 1650 \sqrt[3]{\frac{K_H T_1}{u \vartheta_H [\sigma]_H^2}}
\end{aligned}$$

12. Формула для проверочного расчета контактных напряжений цилиндрических зубчатых передач имеет вид ...

$$\begin{aligned}
1) \quad \sigma_F &= \frac{K_F F_t}{b m} Y_{FS} Y_\beta Y_s \\
2) \quad a_w &= K_o (u \pm 1) \sqrt[3]{\frac{K_H \beta T_2}{u^2 \psi_{bc} [\sigma]_H^2}} \\
3) \quad \sigma_H &= Z_E Z_s Z_H \sqrt{\frac{K_H F_t (u \pm 1)}{b_w d_1 u}} \leq [\sigma]_H \\
4) \quad d_{el} &= 1650 \sqrt[3]{\frac{K_H T_1}{u \vartheta_H [\sigma]_H^2}}
\end{aligned}$$

13. Формула для проверочного расчета напряжений изгиба цилиндрических зубчатых передач имеет вид ...

$$\begin{aligned}
1) \quad \sigma_F &= \frac{K_F F_t}{b m} Y_{FS} Y_\beta Y_s \\
2) \quad a_w &= K_o (u \pm 1) \sqrt[3]{\frac{K_H \beta T_2}{u^2 \psi_{bc} [\sigma]_H^2}} \\
3) \quad \sigma_H &= Z_E Z_s Z_H \sqrt{\frac{K_H F_t (u \pm 1)}{b_w d_1 u}} \leq [\sigma]_H \\
4) \quad d_{el} &= 1650 \sqrt[3]{\frac{K_H T_1}{u \vartheta_H [\sigma]_H^2}}
\end{aligned}$$

14. Больше передаточное отношение обеспечивает ... редуктор

- 1) цилиндрический одноступенчатый
- 2) конический одноступенчатый

- 3) червячно - цилиндрический
- 4) цилиндрический соосный
- 5) коническо-цилиндрический

ТЗ№4

1. Принцип действия ременной передачи основан на использовании сил...

- 1) Скольжения
- 2) Зацепления
- 3) Трения
- 4) Давления

2. Основным расчетом ременных передач является расчет по...

- 1) По долговечности ремня
- 2) Тяговой способности
- 3) Прочности ремня
- 4) Допускаемому натяжению ремня

3. Максимальное рекомендуемое число ремней в ременной передаче не должно превышать...

- 1) 2
- 2) 4
- 3) 8
- 4) 20

4. Основным недостатком ременных передач является...

- 1) Непостоянство передаточного отношения
- 2) Шум при работе
- 3) Высокая стоимость
- 4) Низкий КПД

5. Окружная сила F_t в ременной передаче определяется по формуле...

- 1) $F_t = F_1 - F_2$
- 2) $F_t = F_0 + \Delta F$
- 3) $F_t = F_0 - \Delta F$
- 4) $F_t = 2F_0$

6. Клиновидная форма ремня по сравнению с плоским ремнем... сцепление со шкивом

- 1) Увеличивает
- 2) Уменьшает
- 3) Не влияет на

7. Усталостное разрушение ремня зависит от...

- 1) Попадания абразивных материалов

- 2) Буксования ремня
- 3) Перегрева ремня
- 4) Циклического изгиба при огибании шкивов

8. К недостаткам цепной передачи по сравнению с ременной относится...

- 1) Постоянство передаточного отношения
- 2) Меньшие габариты
- 3) Шум при работе
- 4) Меньшие нагрузки на валы и подшипники

9. Нагрузочная способность цепной передачи...нагрузочной способности ременной

- 1) Больше
- 2) Меньше
- 3) Соответствует

10. Регулировка натяжения цепи осуществляется...

- 1) Перемещением оси одной из звездочек
- 2) Перемещением натяжных звездочек или роликов
- 3) Обоими указанными способами

11. Основным критерием работоспособности цепной передачи является...

- 1) Износостойкость шарниров цепи
- 2) Прочность шарниров цепи
- 3) Жесткость цепи
- 4) Прочность цепи

ТЗ №5

1. Фрикционные передачи являются передачами...

- 1) трением с непосредственным контактом тел качения
- 2) трением с гибкой связью
- 3) зацеплением с непосредственным контактом
- 4) зацеплением с гибкой связью

2. К достоинствам фрикционных передач относится...

- 1) простота тел качения
- 2) большие нагрузки на вал и подшипники
- 3) необходимость специальных нажимных устройств
- 4) непостоянство передаточного числа

3. К недостаткам фрикционных передач относятся...

- 1) простота тел качения
- 2) большие нагрузки на валы и подшипники

- 3) необходимость специальных нажимных устройств
- 4) постоянство передаточного числа

4. В зависимости от взаимного расположения осей фрикционные передачи

бывают ...

- 1) цилиндрические
- 2) конические
- 3) лобовые
- 4) бесступенчатые

5. Сила прижатия катков фрикционной передачи по сравнению с окружной силой...

- 1) больше
- 2) меньше
- 3) не отличается от нее
- 4) может быть как больше так и меньше

6. Фрикционные передачи работают...

- 1) всегда без смазки
- 2) только со смазкой
- 3) как со смазкой, так и без нее

7. Работа фрикционной передачи основана на использовании сил...

- 1) трения
- 2) зацепления
- 3) давления
- 4) скольжения

8. Для фрикционных передач распространены следующие сочетания материалов...

- 1) сталь по стали
- 2) сталь по пластмассе
- 3) чугун по чугуну
- 4) сталь или чугун по прорезиненной ткани

9. Наиболее простым по конструкции является... вариатор

- 1) лобовой
- 2) торовый
- 3) многодисковый
- 4) шаровой

10. Передаточное отношение силовых фрикционных передач не превышает...

- 1) 10

- 2) 25
- 3) 1
- 4) 2

ТЗ №6

1. Валы предназначены для...

- 1) передачи крутящего момента и поддержания вращающихся деталей
- 2) поддержания вращающихся деталей машин
- 3) соединения различных деталей
- 4) обеспечения синхронности работы отдельных деталей машин

2. Валы передач работают на...

- 1) изгиб и кручение
- 2) изгиб и растяжение
- 3) изгиб и сжатие
- 4) изгиб

3. Основными критериями работоспособности валов являются...

- 1) прочность, жесткость
- 2) прочность, долговечность
- 3) прочность, грузоподъемность
- 4) жесткость, виброустойчивость

4. Этапы расчета валов называют...

- 1) проектный, проверочный
- 2) проектный, ориентировочный
- 3) проверочный, плоскостной
- 4) проверочный, ориентировочный

5. При проектном расчете вала...

- 1) определяют диаметр конца вала
- 2) производят расчет на статическую прочность
- 3) производят расчет на выносливость
- 4) производят расчет на жесткость

6. При проектном расчете диаметр конца вала определяют из условия прочности на...

- 1) кручение
- 2) изгиб
- 3) изгиб и кручение
- 4) срез

7. Осевой момент сопротивления сплошного круглого сечения определяют по формуле...

- 1) $0,1d^3$
- 2) $\frac{\pi d^3}{32}$
- 3) $\frac{\pi d^3}{4}$

8. Полярный момент сопротивления сплошного круглого сечения определяют по формуле...

- 1) $0,1d^3$
- 2) $\frac{\pi d^3}{32}$
- 3) $\frac{\pi d^3}{4}$

9. Проверочный расчет вала на статическую прочность заключается в определении...

- 1) коэффициента запаса прочности
- 2) эквивалентного напряжения
- 3) напряжения изгиба
- 4) напряжения кручения

10. Проверочный расчет вала на выносливость заключается в определении...

- 1) коэффициента запаса прочности
- 2) эквивалентного напряжения
- 3) напряжения изгиба
- 4) напряжения кручения

11. Параметрами, характеризующими жесткость вала являются...

- 1) прогиб вала
- 2) угол наклона поперечного сечения вала
- 3) напряжение изгиба
- 4) напряжение кручения

ТЗ №7

1. Оси предназначены для...

- 1) передачи крутящего момента и поддержания вращающихся деталей
- 2) для поддержания вращающихся деталей машин
- 3) обеспечения синхронности работы отдельных деталей машин

2. Основными критериями работоспособности осей являются...

- 1) прочность, жесткость
- 2) прочность, долговечность
- 3) прочность, грузоподъемность
- 4) жесткость, виброустойчивость

3. Оси работают на...

- 1) изгиб
- 2) изгиб и кручение
- 3) изгиб и сжатие
- 4) изгиб и растяжение

4. Факторами, влияющими на жесткость осей являются...

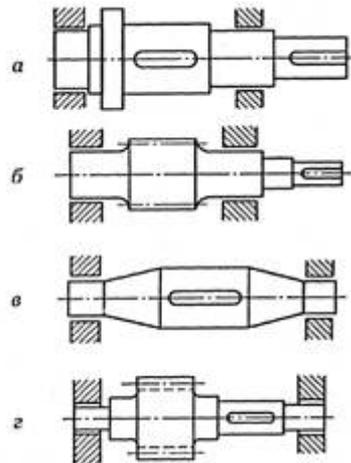
- 1) предел прочности σ_b
- 2) предел текучести σ_T
- 3) модуль упругости E
- 4) осевой момент инерции J

5. Расчет на выносливость для осей является...

- 1) проверочным
- 2) проектировочным
- 3) проектировочным и проверочным

6. Вращающаяся ось изображена на рисунке...

- 1) *a*
- 2) *б*
- 3) *в*
- 4) *г*

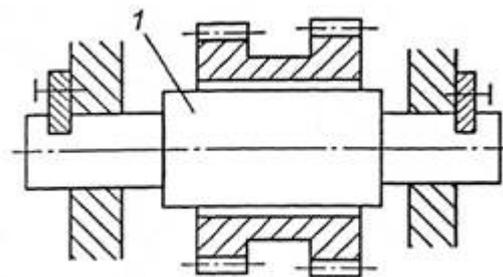


7. Размеры детали 1 в опасном сечении рассчитывают по формуле...

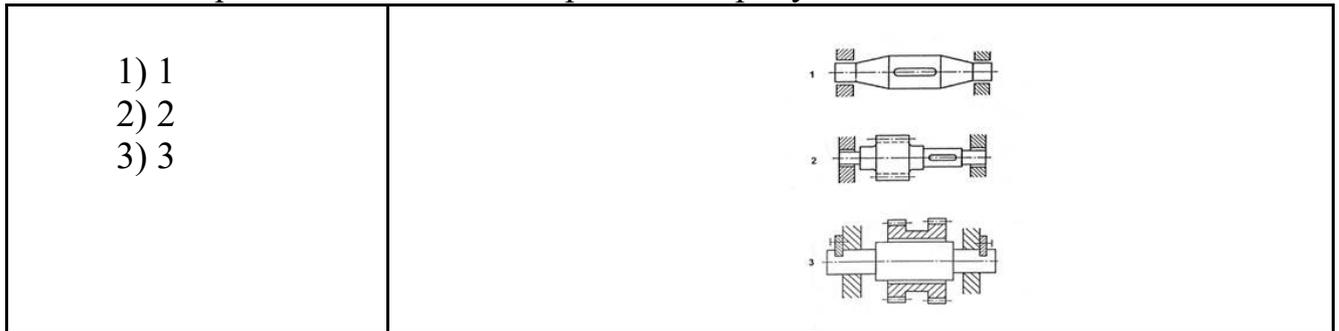
1) $d \geq \sqrt[3]{\frac{T}{0,2\beta\tau}}$

2) $d \geq \sqrt[3]{\frac{M}{0,1\sigma}}$

3) $d \geq \sqrt[3]{\frac{4Q}{\pi\beta\tau}}$



8. Невращающаяся ось изображена на рисунке...



9. Изгибающий момент в опасном сечении оси определяют по формуле

- 1) $F \cdot a$
- 2) $R_1 \cdot a$
- 3) $R_2 \cdot a$

ТЗ №8

1. Подшипник качения состоит из...

- 1) Внутреннего и наружного колец, тел качения, сепаратора
- 2) Вкладыша, корпуса, тел качения
- 3) Корпуса, сепаратора, тел качения
- 4) Внутреннего и наружного колец, тел качения

2. Сепаратор в подшипнике...

- 1) Разделяет и направляет тела качения
- 2) Увеличивает нагрузочную способность
- 3) Уменьшает трение
- 4) Направляет тела качения

3. По форме тел качения подшипники разделяют на ...

- 1) Шариковые, роликовые
- 2) Радиальные, упорные
- 3) Роликовые, упорные
- 4) Шариковые, радиальные

4. Только осевую нагрузку воспринимает ... подшипник

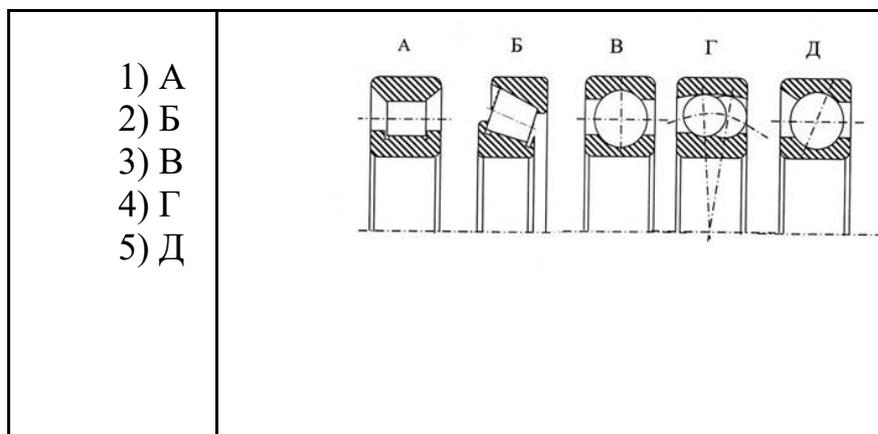
- 1) Шариковый радиальный однорядный
- 2) Роликовый радиально-упорный
- 3) Шариковый упорный
- 4) Роликовый двухрядный радиальный сферический

5. Диаметр внутреннего кольца подшипника 210 равен...

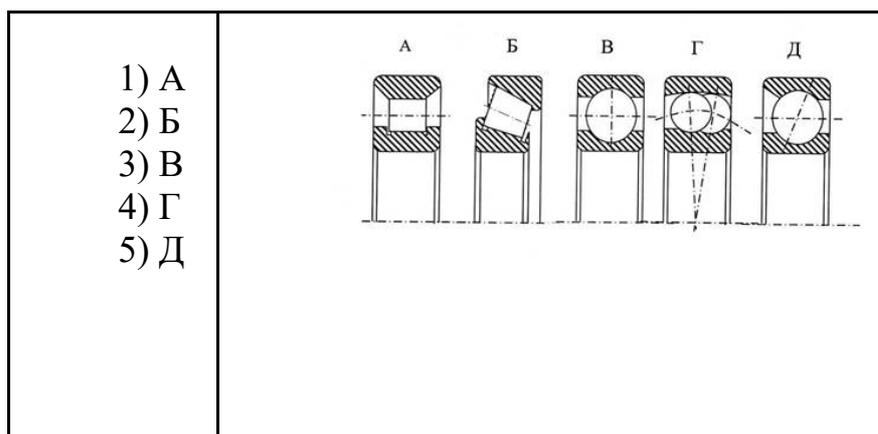
- 1) 10мм
- 2) 50мм
- 3) 100мм

4) 200мм

6. Шариковый радиальный однорядный подшипник изображен на рисунке...



7. Роликовый радиально-упорный подшипник изображен на рисунке...



8. Радиально-упорные подшипники могут воспринимать... нагрузки

- 1) Радиальные
- 2) Осевые
- 3) Радиальные и осевые

9. Большой нагрузочной способностью при одном и том же диаметре внутреннего кольца обладают подшипники ... серии

- 1) Особолегкой
- 2) Легкой
- 3) Средней
- 4) Тяжелой

10. Наиболее высоким из перечисленных классов точности подшипников качения является...

- 1) 0
- 2) 6

- 3) 5
- 4) 4
- 5) 2

ТЗ №9

1. К недостаткам подшипников скольжения относятся...
 - 1) большие габариты в осевом направлении
 - 2) малые габариты в радиальном направлении
 - 3) возможность работы при высоких скоростях и нагрузках
 - 4) малая чувствительность к ударным нагрузкам

2. В зависимости от направления нагрузки подшипники скольжения подразделяют на...
 - 1) радиальные, радиально-упорные, упорные
 - 1) разъемные, неразъемные
 - 3) выполненные в отдельном корпусе, встроенные в механизм

3. Достоинствами подшипников скольжения являются...
 - 1) малые габариты в радиальном направлении
 - 2) возможность работы при высоких скоростях
 - 3) возможность выполнения их разъемными
 - 4) большие габариты в осевом направлении

4. Изнашивание трущихся поверхностей отсутствует при... режиме трения
 - 1) жидкостном
 - 2) полужидкостном
 - 3) сухом

5. Наиболее сложным по конструкции является... подшипник
 - 1) гидростатический
 - 2) гидродинамический
 - 3) сухого трения

ТЗ №10

1. Основными функциями муфт являются...
 - 1) соединение концов валов и передача крутящего момента
 - 2) компенсирование погрешностей расположения валов
 - 3) уменьшение динамических нагрузок, предохранение от перегрузок
 - 4) создание дополнительной опоры для длинных валов

2. По назначению механические муфты подразделяют на...
 - 1) постоянные, управляемые, самоуправляемые
 - 2) фланцевые, цепные, центробежные
 - 3) втулочные, кулачковые, обгонные

- 4) предохранительные, зубчатые, фрикционные
3. По назначению постоянные муфты подразделяют на...
 - 1) некомпенсирующие (глухие), жесткие компенсирующие, упругие компенсирующие
 - 2) втулочные, поперечно-свертные, продольно-свертные
 - 3) фрикционные, зубчатые, цепные
4. Жесткие компенсирующие муфты служат для...
 - 1) постоянного соединения строго соосных валов
 - 2) автоматического разъединения валов при опасных перегрузках
 - 3) соединения или разъединения валов при их вращении или в покое
 - 4) компенсации неточности взаимного расположения соединяемых тихоходных валов
5. Упругие компенсирующие муфты служат для...
 - 1) постоянного соединения строго соосных валов
 - 2) автоматического разъединения валов при опасных перегрузках
 - 3) смягчения динамических нагрузок, компенсации неточности взаимного расположения соединяемых валов, демпфирования колебаний
 - 4) соединения или разъединения валов при их вращении или в покое
6. Стандартные и нормализованные муфты подбирают по...
 - 1) номинальному моменту
 - 2) расчетному моменту
 - 3) номинальному моменту и частоте вращения вала
 - 4) расчетному моменту и диаметрам концов валов
7. Для соединения валов, оси которых расположены под углом друг к другу более 3° , следует использовать... муфту
 - 1) упругую втулочно-пальцевую
 - 2) зубчатую компенсирующую
 - 3) шарнирную
 - 4) дисковую фрикционную
8. Для соединения быстроходных валов, подвергающихся динамическим нагрузкам, следует применять... муфту
 - 1) жесткую компенсирующую
 - 2) упругую компенсирующую
 - 3) сцепную управляемую
 - 4) предохранительную
9. К жестким (глухим) муфтам относится...
 - 1) зубчатая
 - 2) фрикционная
 - 3) втулочная

4) втулочно-пальцевая

10. К упругим компенсирующим муфтам относится...

- 1) зубчатая
- 2) фрикционная
- 3) втулочная
- 4) упругая втулочно-пальцевая

ТЗ №11

1. Управляемые муфты предназначены для...

- 1) соединения или разъединения валов при их вращении или в покое
- 2) автоматического разъединения валов при опасных перегрузках
- 3) смягчения динамических нагрузок, компенсации неточности взаимного расположения соединяемых валов
- 4) передачи вращения только в одном направлении

2. Управляемые муфты по конструкции разделяют на...

- 1) кулачковые, зубчатые, фрикционные
- 2) цепные, втулочные, кулачковые
- 3) фланцевые, предохранительные, центробежные

3. Из управляемых муфт плавное соединение валов обеспечивают...

муфты

- 1) кулачковые
- 2) зубчатые
- 3) фрикционные

4. С увеличением количества дисков трения в фрикционных муфтах при прочих равных условиях передаваемый момент...

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

5. Из управляемых муфт...могут предохранять механизмы от внезапных перегрузок

- 1) фрикционные
- 2) зубчатые
- 3) кулачковые с прямоугольным профилем

6. В кулачковой муфте расчет кулачков производят по напряжениям...

- 1) смятия и изгиба
- 2) смятия и растяжения
- 3) сжатия и изгиба

7. Кулачковые и зубчатые управляемые муфты применяют при необходимости осуществления...

- 1) жесткой кинематической связи
- 2) плавного соединения и разъединения валов
- 3) соединения и разъединения особо быстроходных валов

8. Наименьшей нагрузочной способностью при одинаковых габаритах обладают... муфты

- 1) кулачковые
- 2) зубчатые
- 3) фрикционные однодисковые

ТЗ №11

1. Холодным способом производят клепку заклепок из...

- 1) меди
- 2) алюминиевых сплавов
- 3) стали любых диаметров
- 4) стали диаметром до 10мм

2. Горячим способом производят клепку заклепок из...

- 1) меди
- 2) алюминиевых сплавов
- 3) стали диаметром до 10мм
- 4) стали диаметром более 10мм

3. Недостатками заклепочных соединений являются...

- 1) ослабление деталей отверстиями
- 2) невозможность соединения деталей из несвариваемых материалов
- 3) повышенный расход металла
- 4) высокая стоимость

4. Пустотелые заклепки применяют...

- 1) в силовых соединениях
- 2) в плотных соединениях
- 3) для соединения тонких листов и неметаллических деталей
- 4) для соединения толстых листов

5. Заклепки в соединениях рассчитывают на...

- 1) срез и смятие
- 2) сжатие
- 3) изгиб
- 4) кручение

6. Диаметр заклепок определяется из условия прочности при...

- 1) срезе

- 2) смятии
- 3) растяжении
- 4) кручении

7. Проверочный расчет заклепочного соединения производят из условия прочности при...

- 1) срезе
- 2) смятии
- 3) растяжении
- 4) кручении

8. При увеличении диаметра заклепок в заклепочном соединении в 2 раза прочность соединения по напряжениям среза заклепок...

- 1) увеличивается в 2 раза
- 2) увеличивается в 4 раза
- 3) уменьшается в 2 раза
- 4) уменьшается в 4 раза

9. При выборе материала заклепок необходимо...

- 1) чтобы коэффициенты линейного расширения материалов заклепок и соединяемых деталей были близкими друг к другу
- 2) чтобы коэффициенты линейного расширения материалов заклепок и соединяемых деталей значительно отличались друг к друга
- 3) чтобы материалы заклепок и соединяемых деталей были разнородными
- 4) чтобы материалы заклепок и соединяемых деталей были однородными

3. Комплект оценочных средств для промежуточной аттестации

3.1. Практические задания (ПЗ)

ПЗ №1

Груз подвешен на стержнях и канатах и находится в равновесии Изобразить систему сил, действующих на шарнир **A**.

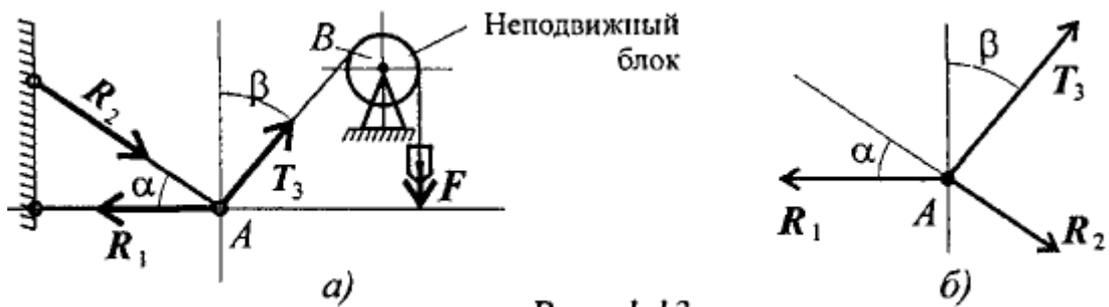


Рис. 1.13

Решение:

Реакции стержней направлены вдоль стержней, реакции гибких связей направлены вдоль нитей в сторону натяжения (рис. 1.13а).

Для определения точного направления усилий в стержнях мысленно убираем последовательно стержни 1 и 2. Анализируем возможные перемещения точки A . Неподвижный блок с действующими на него силами не рассматриваем.

Убираем стержень 1. точка A поднимается и отходит от стены, следовательно, реакция стержня 1 направлена к стене.

Убираем стержень 2, точка A поднимается и приближается к стене, следовательно, реакция стержня 2 направлена от стены вниз.

Канат тянет вправо.

Освобождаемся от связей

ПЗ №2 Шар подвешен на нити и опирается на стену. Определить реакции нити и гладкой опоры (стенки).

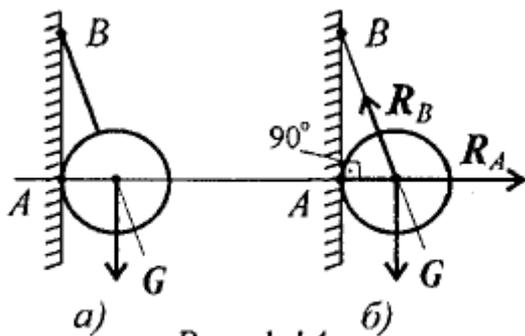


Рис. 1.14

Решение:

Реакция нити — вдоль нити к точке B вверх (рис. 1.14б).

Реакция гладкой опоры (стенки) — по нормали от поверхности опоры.

ПЗ №3

Груз подвешен на стержнях и находится в равновесии. Определить усилия в стержнях (рис. 2.5а).

Решение:

Усилия, возникающие в стержнях крепления, по величине равны силам, с которыми стержни поддерживают груз (5-я аксиома статики). Определяем возможные направления реакций связей «жесткие стержни».

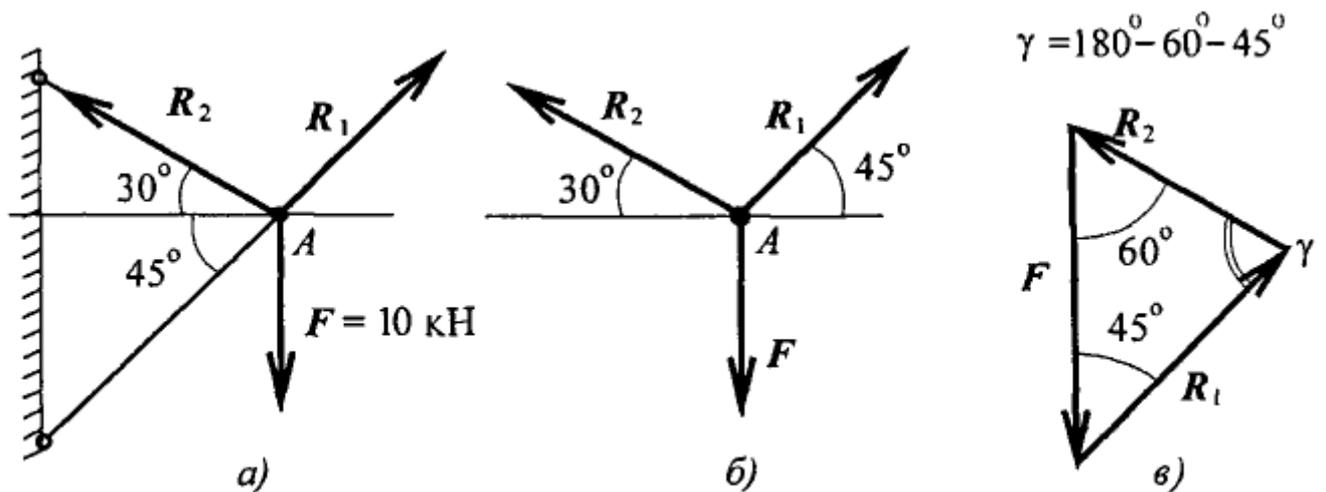


Рис. 2.5

Усилия направлены вдоль стержней.

Освободим точку A от связей, заменив действие связей их реакциями.

Система находится в равновесии. Построим треугольник сил.

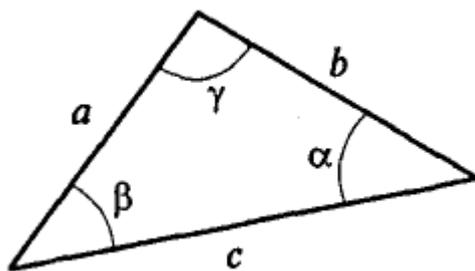
Построение начнем с известной силы, вычертив вектор F в некотором масштабе.

Из концов вектора F проводим линии, параллельные реакциям R_1 и R_2 .

Пересекаясь, линии создадут треугольник (рис. 2.5в). Зная масштаб построений и измерив длину сторон треугольника, можно определить величину реакций в стержнях.

Для более точных расчетов можно воспользоваться геометрическими соотношениями, в частности теоремой синусов: отношение стороны треугольника к синусу противоположного угла — величина постоянная

$$\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma}.$$



Для данного случая:

$$\frac{F}{\sin 75^\circ} = \frac{R_1}{\sin 60^\circ} = \frac{R_2}{\sin 45^\circ};$$

$$\frac{R_1}{\sin 60^\circ} = \frac{F}{\sin 75^\circ}; \quad R_1 = \frac{F \sin 60^\circ}{\sin 75^\circ};$$

$$R_1 = \frac{10 \cdot 0,866}{0,966} = 9 \text{ кН};$$

$$\frac{R_2}{\sin 45^\circ} = \frac{F}{\sin 75^\circ}; \quad R_2 = \frac{F \sin 45^\circ}{\sin 75^\circ}; \quad R_2 = \frac{10 \cdot 0,707}{0,966} = 7,3 \text{ кН}.$$

Замечание. Если направление вектора (реакции связи) на заданной схеме и в треугольнике сил не совпало, значит, реакция на схеме должна быть направлена в противоположную сторону.

ПЗ №4

Груз подвешен на стержнях и канатах и находится в равновесии. Определить усилия в стержнях (рис. 2.6а).

Решение:

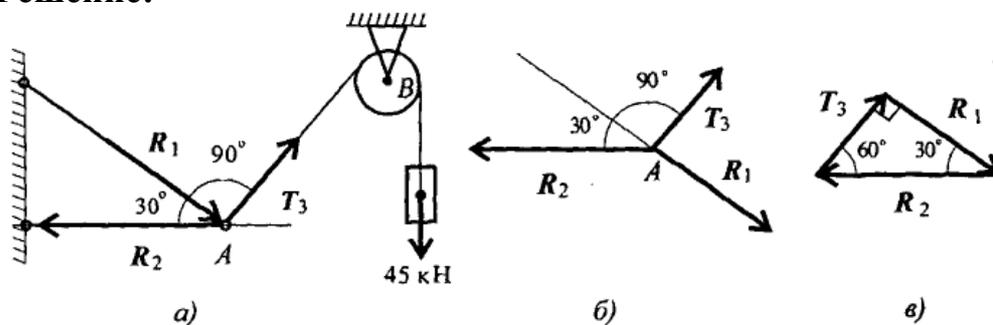


Рис. 2.6

Нанесем на схему возможные направления усилий, приложенных в точке **A**. Реакции стержней — вдоль стержней, усилие от каната — вдоль каната от точки **A** к точке **B**.

Груз находится в равновесии, следовательно, в равновесии находится точка **A**, в которой пересекаются три силы.

Освободим точку **A** от связей и рассмотрим ее равновесие (рис. 2.6б).

Замечание. Рассмотрим только силы, приложенные к точке **A**. Груз растягивает канат силой 45 кН по всей длине, поэтому усилие от каната известно: $T_3 = 45 \text{ кН}$.

Строим треугольник для сил, приложенных в точке **A**, начиная с известной силы T_3 . Стороны треугольника параллельны предполагаемым направлениям сил, приложенных в точке **A**.

Образовался прямоугольный треугольник (рис. 2.6в).

Неизвестные реакции стержней можно определить из соотношений в прямоугольном треугольнике:

$$T_3 = 45 \text{ кН}; \quad R_2 = \frac{T_3}{\sin 30^\circ}; \quad R_2 = 90 \text{ кН};$$

$$R_1 = R_2 \sin 60^\circ; \quad R_1 = 90 \cdot 0,866 \cong 78 \text{ кН}.$$

Замечание. При равновесии векторы сил в треугольнике направлены один за другим (обходим треугольник по часовой стрелке). Сравним направления сил

в треугольнике с принятыми в начале расчета на рис. 1.26а. Направления совпали, следовательно, направления реакций определены верно.

ПЗ №5

Определить величины и знаки проекций представленных на рис. 3.6 сил.

Решение:

$$F_{1x} = F_1 \cos \alpha_1; \quad F_{1x} = -F_1 \cos 0^\circ < 0;$$

$$F_{1y} = F_1 \cos \beta_1; \quad F_{1y} = F_1 \cos 90^\circ = 0;$$

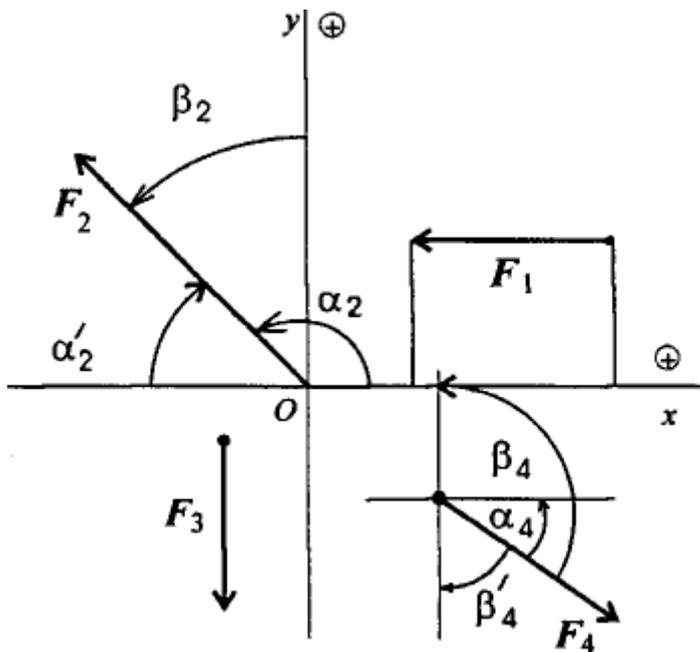


Рис. 3.6

$$F_{2x} = F_2 \cos \alpha_2 = -F_2 \cos \alpha'_2;$$

$$\alpha'_2 = 180^\circ - \alpha_2; \quad F_{2x} < 0;$$

$$F_{2y} = F_2 \cos \beta_2 > 0;$$

$$F_{3x} = F_3 \cos 90^\circ = 0;$$

$$F_{3y} = F_3 \cos \beta_3 = F_3 \cos 180^\circ;$$

$$F_{3y} = -F_3 < 0;$$

$$F_{4x} = F_4 \cos \alpha_4 > 0;$$

$$F_{4y} = F_4 \cos \beta_4 = -F_4 \cos \beta'_4;$$

$$F_{4y} < 0.$$

ПЗ №6

Определить величину и направление равнодействующей плоской системы сходящихся сил аналитическим способом.

Решение:

Определяем проекции всех сил системы на Ox (рис. 3.7а):

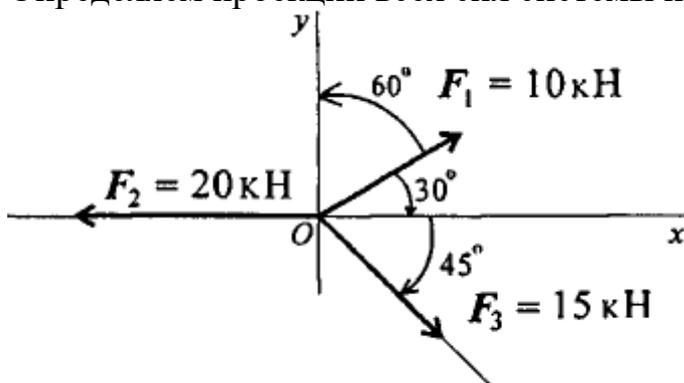


Рис. 3.7 а

$$F_{1x} = 10 \cdot \cos 30^\circ;$$

$$F_{1x} = 10 \cdot 0,866 = 8,66 \text{ кН};$$

$$F_{2x} = 20 \cdot \cos 180^\circ = -20 \text{ кН};$$

$$F_{3x} = 15 \cdot \cos 45^\circ;$$

$$F_{3x} = 15 \cdot 0,707 = 10,6 \text{ кН}.$$

Сложив алгебраически проекции, получим проекцию равнодействующей на ось Ox .

$$F_{\Sigma x} = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x};$$

$$F_{\Sigma x} = 8,66 - 20 + 10,6 = -0,735 \text{ кН}.$$

Знак говорит о том, что равнодействующая направлена влево.

Определяем проекции всех сил на ось Oy значения проекций, получим величину проекции Oy .

$$F_{1y} = 10 \cdot \cos 60^\circ; \quad F_{1y} = 10 \cdot 0,5 = 5 \text{ кН};$$

$$F_{2y} = 20 \cdot \cos 90^\circ = 0;$$

$$F_{3y} = 15 \cdot \cos 135^\circ; \quad F_{3y} = -15 \cdot 0,707 = -10,6 \text{ кН}$$

Сложив алгебраически значения проекций, получим величину проекции равнодействующей на ось Oy .

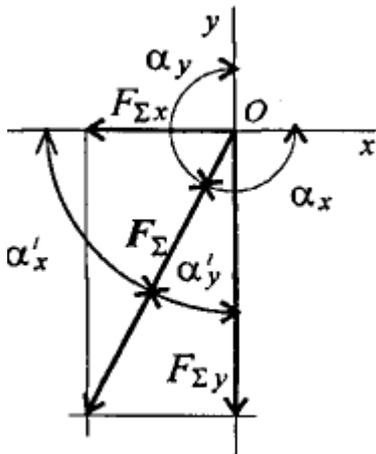


Рис. 3.76

$$F_{\Sigma y} = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y};$$

$$F_{\Sigma y} = 5 - 10,6 \text{ кН} = -5,6 \text{ кН}.$$

Знак проекции соответствует направлению вниз. Следовательно, равнодействующая направлена влево и вниз (рис. 3.76).

Определяем модуль равнодействующей по величинам проекций:

$$F_{\Sigma} = \sqrt{F_{\Sigma x}^2 + F_{\Sigma y}^2};$$

$$F_{\Sigma} = \sqrt{0,735^2 + 5,6^2} = 5,65 \text{ кН}.$$

Определяем значение угла равнодействующей с осью Ox :

$$\cos \alpha_x = \frac{F_{\Sigma x}}{F_{\Sigma}}; \quad \cos \alpha_x = \frac{-0,735}{5,65} = -0,13; \quad \alpha'_x = 82^\circ 30'$$

и значение угла с осью Oy :

$$\cos \alpha_y = \frac{F_{\Sigma y}}{F_{\Sigma}}; \quad \cos \alpha_y = \frac{-5,6}{5,65} = -0,991; \quad \alpha'_y = 7^\circ 30';$$

$$\alpha_x = 180^\circ - \alpha'_x = 97^\circ 30'; \quad \alpha_y = 180^\circ - \alpha'_y = 172^\circ 30'.$$

ПЗ №7

Система трех сил находится в равновесии. Известны проекции двух сил системы на взаимно перпендикулярные оси Ox и Oy :

$$F_{1x} = 10 \text{ кН}; \quad F_{2x} = 5 \text{ кН};$$

$$F_{1y} = -2 \text{ кН}; \quad F_{2y} = 6 \text{ кН}.$$

Определить, чему равна и как направлена третья сила системы.

Решение:

- Из уравнений равновесия системы определяем:

$$\sum F_{kx} = 0; \quad F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} = 0; \quad 10 + 5 + F_{3x} = 0; \quad F_{3x} = -15 \text{ кН.}$$

$$\sum F_{ky} = 0; \quad F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} = 0; \quad -2 + 6 + F_{3y} = 0; \quad F_{3y} = -4 \text{ кН.}$$

- По полученным величинам проекций определяем модуль силы:

$$F_3 = \sqrt{F_{3x}^2 + F_{3y}^2}; \quad F_3 = \sqrt{15^2 + 4^2} = 15,52 \text{ кН.}$$

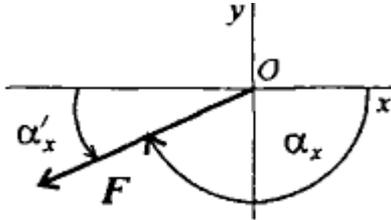


Рис. 3.8

Направление вектора силы относительно оси Ox (рис. 3.8):

$$\cos \alpha_x = \frac{F_{3x}}{F_3}; \quad \cos \alpha_x = -\frac{15}{15,52} = -0,966 \implies \alpha'_x = 14^\circ 50'.$$

Угол с осью Ox будет равен

$$\alpha_x = 180^\circ - \alpha'_x = 165^\circ 10'.$$

ПЗ №8

Дана пара сил $|F_1| = |F'_1| = 42 \text{ кН}$, плечо 2 м. Заменить заданную пару сил эквивалентной парой с плечом 0,7 м (рис. 4.5).

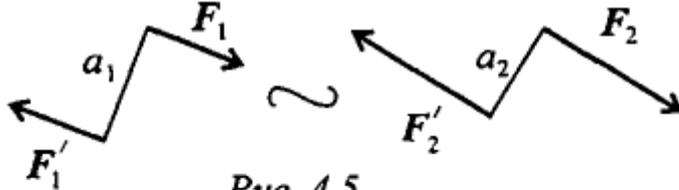


Рис. 4.5

$$m_1 = F_1 a_1; \quad m_1 = 42 \cdot 2 = 84 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

$$\text{Откуда } F_2 = \frac{84}{0,7} = 120 \text{ кН.}$$

Решение:

Пары сил эквивалентны, если моменты этих пар численно равны:

$$m_2 = F_2 a_2; \quad m_1 = m_2.$$

ПЗ №9

Дана система пар сил (рис. 4.6). Определить момент результирующей пары.

Решение:

Момент результирующей пары равен алгебраической сумме моментов пар системы:

$$M_\Sigma = \sum_0^n m_k.$$

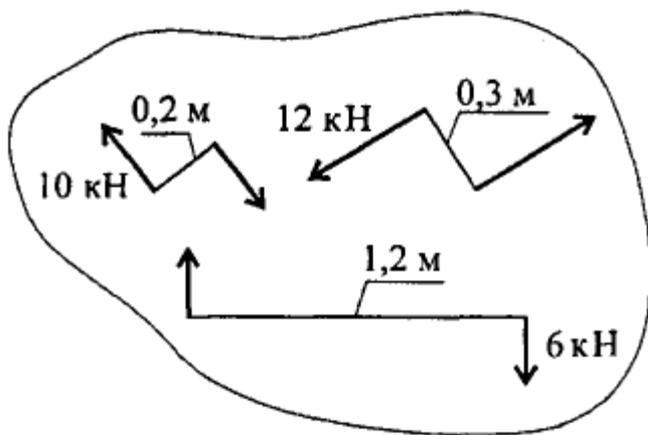


Рис. 4.6

Подставив численные значения, получим:

$$m_1 = 10 \cdot 0,2 = 2 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

$$m_2 = -12 \cdot 0,3 = -3,6 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

$$m_3 = 6 \cdot 1,2 = 7,2 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

$$M_{\Sigma} = 2 + (-3,6) + 7,2 = 5,6 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

Знак свидетельствует о том, что момент вызывает вращение по часовой стрелке. Величину силы и плеча определить не удастся.

Примечание. Чтобы уравновесить данную систему пар, необходимо приложить пару сил, равную по модулю и направленную в обратную сторону. Такую пару сил называют уравновешивающей.

ПЗ №10

Рассчитать сумму моментов сил относительно точки O (рис. 4.7).

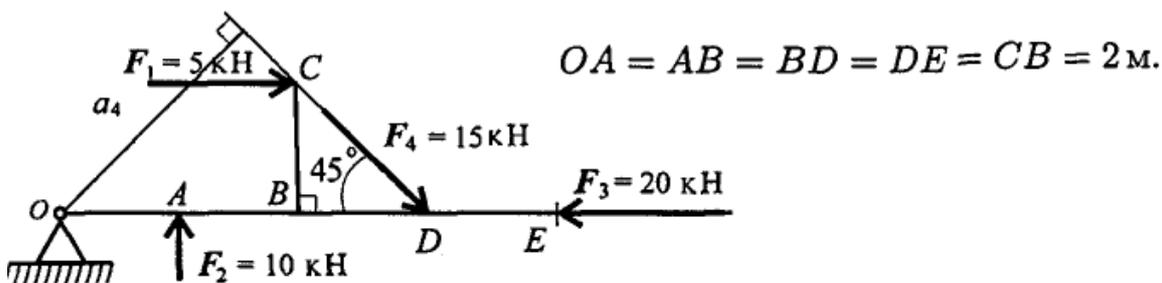


Рис. 4.7

Решение:

Момент силы относительно точки численно равен произведению модуля силы на плечо силы.

Момент силы равен нулю, если линия действия силы проходит через точку.

$$m_{O1} = F_1 a_1; \quad m_{O1} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

$$m_{O2} = F_2 a_2; \quad m_{O2} = -10 \cdot 2 = -20 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

$$m_{O3} = F_3 a_3; \quad m_{O3} = 0;$$

$$m_{O4} = F_4 a_4; \quad m_{O4} = 15 \cdot 6 \cdot 0,707 = 69,3 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

$$m_{O\Sigma} = 10 - 20 + 69,3 = 59,3 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

ПЗ №11

Найти момент присоединенной пары при переносе силы F_3 в точку B (рис. 5.3).

$$F_1 = 10 \text{ кН}; F_2 = 15 \text{ кН}; F_3 = 18 \text{ кН};$$

$$a = 0,2 \text{ м.}$$

Решение:

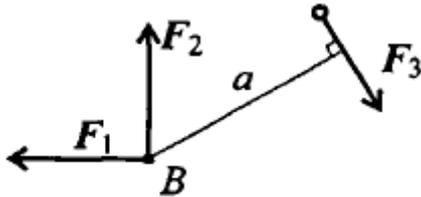


Рис. 5.3

Используем теорему Пуансо.

$$M_B(F_3) = 18 \cdot 0,2 = 3,6 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

ПЗ №12

Найти главный вектор системы (рис. 5.4).

$$F_1 = 10 \text{ кН}; F_2 = 16 \text{ кН}; F_3 = 12 \text{ кН}; m = 60 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

Решение:

Главный вектор равен геометрической сумме сил:

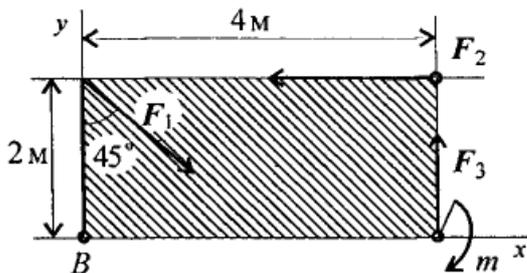


Рис. 5.4

$$F_{\text{гл}x} = \sum_0^n F_{kx};$$

$$F_{\text{гл}x} = F_1 \cos 45^\circ - F_2 = -9 \text{ кН}$$

$$F_{\text{гл}y} = \sum_0^n F_{ky};$$

$$F_{\text{гл}y} = -F_1 \cos 45^\circ + F_3 = 5 \text{ кН}$$

$$F_{\text{гл}} = \sqrt{F_{\text{гл}x}^2 + F_{\text{гл}y}^2};$$

$$F_{\text{гл}} = \sqrt{(-9)^2 + 5^2} \approx 10 \text{ кН.}$$

ПЗ №13

Найти главный момент системы относительно точки B (использовать данные примера 2).

Решение:

Главный момент равен алгебраической сумме моментов сил относительно точки приведения:

$$M_{\text{гл}} = \sum_0^n m_B(F_k);$$

$$\sum m_B = F_1 \cdot 2 \cdot \sin 45^\circ - F_2 \cdot 2 - F_3 \cdot 4 + m;$$

$$M_{\text{гл}} = 10 \cdot 2 \cdot 0,7 - 16 \cdot 2 - 12 \cdot 4 + 60 = -6 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

ПЗ №14

К телу приложена уравновешенная система сил (рис. 5.5). Две из них неизвестны. Определить неизвестные силы.

Решение:

$$F_1 = 10 \text{ кН}; F_2 = 16 \text{ кН}.$$

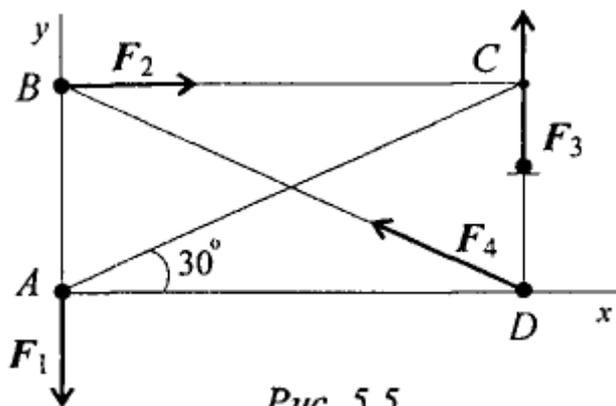


Рис. 5.5

Наносим оси координат и используем уравнения равновесия:

$$\begin{aligned} \sum F_x &= 0; F_2 - F_4 \cos 30^\circ = 0; \\ F_4 &= F_2 / \cos 30^\circ \cong 18,5 \text{ кН}; \\ \sum F_y &= 0; -F_1 + F_3 + F_4 \cos 60^\circ = 0; \\ F_3 &= F_1 - F_4 \cos 60^\circ; \\ F_3 &= 10 - 18,5 \cdot 0,5 = 0,75 \text{ кН}. \end{aligned}$$

ПЗ №15 Определить положение центра тяжести фигуры, представленной на рис. 8.4.

Решение:

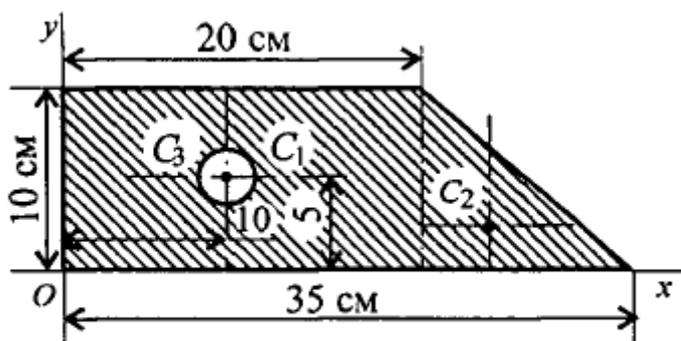


Рис. 8.4

Разбиваем фигуру на три части:

1 — прямоугольник,

$$A_1 = 10 \cdot 20 = 200 \text{ см}^2;$$

2 — треугольник,

$$A_2 = 1/2 \cdot 10 \cdot 15 = 75 \text{ см}^2;$$

3 — круг,

$$A_3 = \pi R^2;$$

$$A_3 = 3,14 \cdot 3^2 = 28,3 \text{ см}^2.$$

ЦТ фигуры 1: $x_1 = 10 \text{ см}; y_1 = 5 \text{ см}.$

ЦТ фигуры 2: $x_2 = 20 + 1/3 \cdot 15 = 25$ см; $y_2 = 1/3 \cdot 10 = 3,3$ см.

ЦТ фигуры 3: $x_3 = 10$ см; $y_3 = 5$ см;

$$x_C = \frac{200 \cdot 10 + 75 \cdot 25 - 28,3 \cdot 10}{200 + 75 - 28,3} = 14,5 \text{ см.}$$

Аналогично определяется $y_C = 4,5$ см.

ПЗ №16 Определить координаты центра тяжести составного сечения. Сечение состоит из листа и прокатных профилей (рис. 8.5).

Решение:

Примечание. Часто рамы сваривают из разных профилей, создавая необходимую конструкцию. Таким образом, уменьшается расход металла и образуется конструкция высокой прочности.

Для стандартных прокатных профилей собственные геометрические характеристики известны. Они приводятся в соответствующих стандартах.

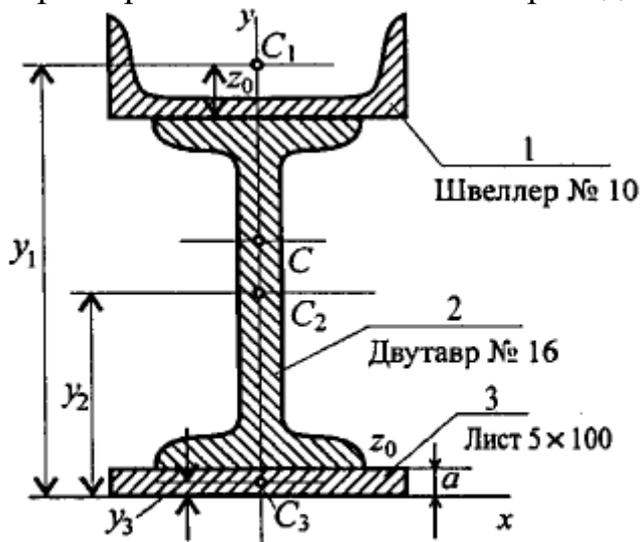


Рис. 8.5

Обозначим фигуры номерами и выпишем из таблиц необходимые данные:

1 — швеллер № 10 (ГОСТ 8240-89); высота $h = 100$ мм; ширина

полки $b = 46$ мм; площадь сечения $A_1 = 10,9$ см²;

2 — двутавр № 16 (ГОСТ 8239-89); высота 160 мм; ширина полки 81 мм;

площадь сечения $A_2 = 20,2$ см²;

3 — лист 5×100; толщина 5 мм; ширина 100 мм; площадь

сечения $A_3 = 0,5 \cdot 10 = 5$ см².

Координаты центров тяжести каждой фигуры можно определить по чертежу.

Составное сечение симметрично, поэтому центр тяжести находится на оси симметрии и координата $x_C = 0$.

Швеллер 1: $y_1 = a + h_2 + z_0$; $y_1 = 0,5 + 16 + 1,44 = 17,54$ см.

Двутавр 2: $y_2 = a + \frac{h_2}{2}$; $y_2 = 0,5 + 16/2 = 8,5$ см.

Лист 3: $y_3 = a/2 = 0,25$ см.

Определение центра тяжести составного сечения:

$$y_C = \frac{A_1 y_1 + A_2 y_2 + A_3 y_3}{A_1 + A_2 + A_3},$$

$$y_C = \frac{10,9 \cdot 17,54 + 20,2 \cdot 8,5 + 5 \cdot 0,25}{10,9 + 20,2 + 5} = 10 \text{ см.}$$

ПЗ №17 Дано уравнение движения точки: $S = 0,36t^2 + 0,18t$. Определить скорость точки в конце третьей секунды движения и среднюю скорость за первые 3 секунды.

Решение:

Уравнение скорости

$$v = \frac{dS}{dt}; S' = 2 \cdot 0,36t + 0,18; v = 0,72t + 0,18.$$

Скорость в конце третьей секунды

$$(t = 3 \text{ с}) v_3 = 0,72 \cdot 3 + 0,18 = 2,34 \text{ м/с.}$$

Средняя скорость

$$v_{\text{ср}} = \frac{\Delta S}{\Delta t}; v_{\text{ср}} = (0,36 \cdot 3^2 + 0,18 \cdot 3)/3 = 1,26 \text{ м/с.}$$

ПЗ №18 Точка движется по кривой радиуса $r = 10$ м согласно уравнению $S = 2,5t^2 + 1,2t + 2,5$ (рис. 9.6).

Определить полное ускорение точки в конце второй секунды движения и указать направление касательной и нормальной составляющих ускорения в точке M .

Решение:

Касательное ускорение определяется как $a_t = \frac{dv}{dt}$

Уравнение скорости: $v = \frac{dS}{dt}$.

Скорость будет равна $v = 2 \cdot 2,5t + 1,2; v = 5t + 1,2$ (м/с).

Касательное ускорение: $a_t = v' = 5 \text{ м/с}^2$.

Вывод: касательное ускорение не зависит от времени, оно постоянно.

Нормальное ускорение: $a_n = \frac{v^2}{r}$.

Скорость на второй секунде будет равна $v_2 = 5 \cdot 2 + 1,2 = 11,2 \text{ м/с}$.

$$a_{n2} = \frac{(11,2)^2}{10} = 12,54 \text{ м/с}^2$$

Величина нормального ускорения:

Полное ускорение: $a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2}$.

Полное ускорение в конце второй секунды:

$$a_2 = \sqrt{5^2 + 12,54^2} = 13,5 \text{ м/с}^2$$

Нормальное ускорение направлено перпендикулярно скорости к центру дуги. Касательное ускорение направлено по касательной к кривой и совпадает с направлением скорости, т. к. касательное ускорение — положительная величина (скорость растет).

ПЗ №19 Свободная материальная точка, масса которой 5 кг, движется согласно уравнению $S = 0,48t^2 + 0,2t$. Определить величину движущей силы.

Решение:

Ускорение точки: $a = v' = S''$; $v = S' = 0,96t + 0,2$;

$$a = v' = 0,96 \text{ м/с}^2$$

Действующая сила согласно основному закону динамики $F = ma$; $F = 5 \cdot 0,96 = 4,8 \text{ Н}$.

ПЗ №20 К двум материальным точкам массой $m_1 = 2 \text{ кг}$ и $m_2 = 5 \text{ кг}$ приложены одинаковые силы. Сравнить величины ускорений.

Решение:

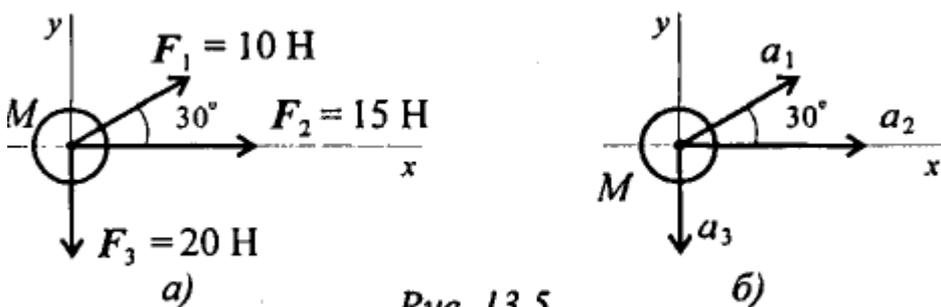
Согласно третьей аксиоме динамики ускорения обратно пропорциональны массам:

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{5}{2} = 2,5; \quad a_1 = 2,5a_2.$$

ПЗ №21 На материальную точку действует система сил (рис. 13.5).

Определить числовое значение ускорения, полученного материальной точкой $m = 7 \text{ кг}$. Остальные данные представлены на чертеже.

Решение:



1-й вариант.

Определяем суммарную силу, действующую на точку:

$$\sum_0^n F_{kx} = 15 + 10 \cdot \cos 30^\circ = 15 + 10 \cdot 0,866 = 23,66 \text{ Н};$$

$$\sum_0^n F_{ky} = 10 \cdot \cos 60^\circ - 20 = -15 \text{ Н};$$

$$F_\Sigma = \sqrt{23,66^2 + 15^2} = 28 \text{ Н}.$$

Определяем ускорение, сообщенное точке:

$$a_\Sigma = \frac{28}{7} = 4 \text{ м/с}^2.$$

2-й вариант.

Определяем ускорения от каждой из сил системы (рис. 13.56):

$$a_1 = \frac{10}{7} = 1,43 \text{ м/с}^2; \quad a_2 = \frac{15}{7} = 2,14 \text{ м/с}^2; \quad a_3 = \frac{20}{7} = 2,86 \text{ м/с}^2.$$

Определяем суммарное ускорение:

$$\sum_0^n a_x = 1,43 \cdot 0,866 + 2,14 = 3,38 \text{ м/с}^2;$$

$$\sum_0^n a_y = 1,43 \cdot 0,5 + (-2,86) = -2,14 \text{ м/с}^2;$$

$$a_\Sigma = \sqrt{3,38^2 + 2,14^2} = 4 \text{ м/с}^2.$$

ПЗ №22 Дана схема нагружения и размеры бруса до деформации (рис. 21.3). Брус зашпелен, определить перемещение свободного конца.

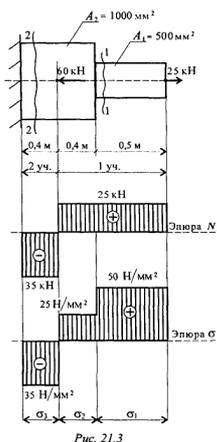


Рис. 21.3

Решение:

Брус ступенчатый, поэтому следует построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений.

Делим брус на участки нагружения, определяем продольные силы, строим эпюру продольных сил.

Определяем величины нормальных напряжений по сечениям с учетом изменений площади поперечного сечения.

Строим эпюру нормальных напряжений.

На каждом участке определяем абсолютное удлинение. Результаты алгебраически суммируем.

Примечание. Балка закреплена, в заделке возникает неизвестная реакция в опоре, поэтому расчет начинаем со свободного конца (справа).

Два участка нагружения:

участок 1: $N_1 = +25 \text{ кН}$; растянут;

участок 2: $25 - 60 + N_2 = 0$; $N_2 = -35 \text{ кН}$; сжат.

Три участка по напряжениям:

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A_1}; \quad \sigma_1 = \frac{25 \cdot 10^3}{500} = 50 \text{ Н/мм}^2;$$

$$\sigma_2 = \frac{N_1}{A_2}; \quad \sigma_2 = \frac{25 \cdot 10^3}{1000} = 25 \text{ Н/мм}^2;$$

$$\sigma_3 = \frac{N_2}{A_2}; \quad \sigma_3 = \frac{-35 \cdot 10^3}{1000} = -35 \text{ Н/мм}^2.$$

Удлинения участков (материал — сталь $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$):

$$\Delta l_1 = \frac{\sigma_1 l_1}{E}; \quad \Delta l_1 = \frac{50 \cdot 0,5 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^5} = 0,125 \text{ мм};$$

$$\Delta l_2 = \frac{\sigma_2 l_2}{E}; \quad \Delta l_2 = \frac{25 \cdot 0,4 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^5} = 0,05 \text{ мм};$$

$$\Delta l_3 = \frac{\sigma_3 l_3}{E}; \quad \Delta l_3 = \frac{-35 \cdot 0,4 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^5} = -0,07 \text{ мм}.$$

Суммарное удлинение бруса (перемещение свободного конца).

$$\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3; \quad \Delta l = 0,125 + 0,05 - 0,07 = 0,105 \text{ мм}.$$

ПЗ №23 После отключения двигателя колесо радиусом 0,5 м и массой 700 кг имело угловую частоту вращения 300 об/мин. Определите момент трения в подшипниках, если вал колеса остановился через 1,5 мин. Вращение принять равнопеременным, колесо считать сплошным цилиндром (рис. 17.9).

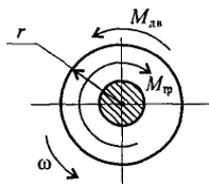


Рис. 17.9

Решение:

Запишем уравнение динамики при вращении:

$$M_{\Sigma} = J\varepsilon = M_{дв} - M_{тр},$$

где M_{Σ} — суммарный момент внешних сил; J — момент инерции; ε — угловое ускорение; $M_{\text{дв}}$ — движущий момент; $M_{\text{тр}}$ — момент трения (сил сопротивления).

Определим угловое ускорение по формуле для угловой скорости при равнопеременном движении:

$$\omega = \omega_0 + \varepsilon t; \quad \omega_0 = \frac{\pi n}{30}; \quad \omega_0 = \frac{\pi \cdot 300}{30} = 31,4 \text{ рад/с}; \quad \omega = 0 \text{ (остановка)}.$$

Тогда

$$\varepsilon = -\frac{\omega_0}{t}; \quad \varepsilon = -\frac{31,4}{1,5 \cdot 60} = -0,35 \text{ рад/с}^2.$$

Определим момент инерции колеса, считая его сплошным цилиндром:

$$J = \frac{mr^2}{2} = \frac{700 \cdot 0,5^2}{2} = 87,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2.$$

Определяем величину тормозного момента — момента трения в подшипниках:

$$M_{\text{дв}} = 0; \quad -M_{\text{тр}} = J\varepsilon; \\ -M_{\text{тр}} = 87,5(-0,35); \quad M_{\text{тр}} = 30,625 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

ПЗ №24 Шкив приводится во вращение ременной передачей (рис. 17.10).

Натяжение ведущей ветви ремня $S_1 = 120 \text{ Н}$, ведомого — $S_2 = 50 \text{ Н}$.

Масса шкива 200 кг, диаметр 80 мм, момент сопротивления в подшипниках 1,2 Н·м. Определить угловое ускорение вала пренебрегая его массой. Шкив считать тонкостенным цилиндром.

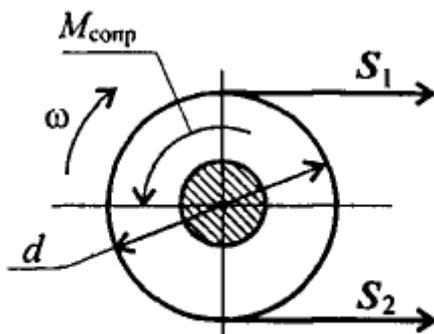


Рис. 17.10

Решение:

Используем основное уравнение динамики $M_{\Sigma} = J\varepsilon$.

Определяем суммарный момент внешних сил

$$M_{\Sigma} = S_1 \frac{d}{2} - S_2 \frac{d}{2} - M_{\text{сопр}};$$

$$M_{\Sigma} = 120 \cdot \frac{0,08}{2} - 50 \cdot \frac{0,08}{2} - 1,2 = 1,6 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Рассчитываем момент инерции шкива, влиянием вала пренебрегаем:

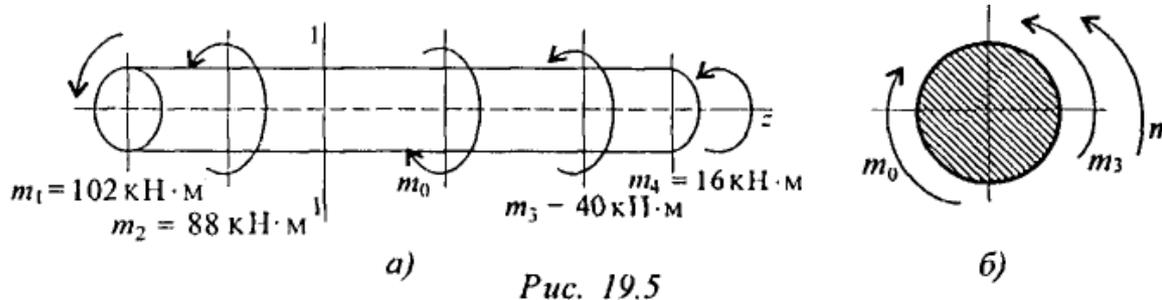
$$J = mr^2; \quad J = 200 \left(\frac{0,08}{2} \right)^2 = 0,128 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Определяем угловое ускорение шкива

$$\varepsilon = \frac{M_{\Sigma}}{J}; \quad \varepsilon = \frac{1,6}{0,128} = 12,5 \text{ рад/с}^2.$$

ПЗ №25 Определить внутренний силовой фактор в сечении 1-1 (рис. 19.5a).

Решение:



Используем уравнение равновесия

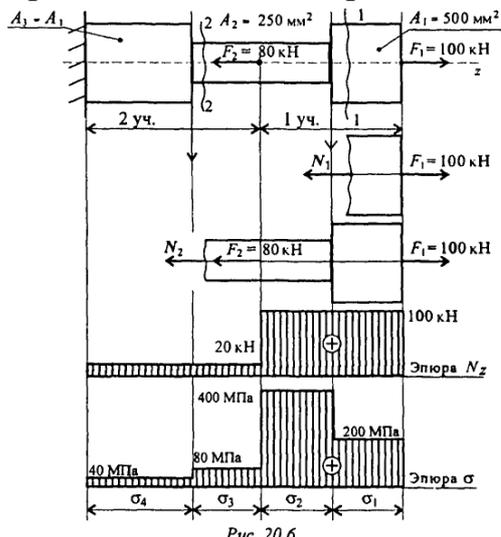
$$\sum m_z = 0.$$

$$m_0 = m_1 + m_2 + m_3 + m_4; \quad m_0 = 246 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Рассматриваем правую часть бруса. На отсеченную часть бруса принято смотреть со стороны отброшенной части (рис. 19.5b) Получаем

$$M_z = 246 - 40 - 16 = 190 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

ПЗ №26 Ступенчатый брус нагружен вдоль оси двумя силами. Брус защемлен с левой стороны (рис. 20.6). Пренебрегая весом бруса, по строить эпюры продольных сил и нормальных напряжений.



Решение:

Определяем участки нагружения, их два.

Определяем продольную силу в сечениях 1 и 2.

Строим эпюру.

Рассчитываем величины нормальных напряжений и строим эпюру нормальных напряжений в собственном произвольном масштабе.

Определяем продольные силы.

$$\sum F_z = 0.$$

Сечение 1

$$-N_1 + F_1 = 0; N_1 = F_1 = 100 \text{ кН.}$$

Сечение 2

$$-80 - N_2 + 100 = 0; N_2 = 100 - 80 = 20 \text{ кН.}$$

В обоих сечениях продольные силы положительны.

$$\sigma = \frac{N_z}{A}$$

Определяем нормальные напряжения

Сопоставляя участки нагружения с границами изменения площади, видим, что образуется 4 участка напряжений.

Нормальные напряжения в сечениях по участкам:

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A_1} = \frac{100 \cdot 10^3}{500} = 200 \text{ Н/мм}^2; \quad \sigma_2 = \frac{N_1}{A_2} = \frac{100 \cdot 10^3}{250} = 400 \text{ Н/мм}^2;$$

$$\sigma_3 = \frac{N_2}{A_2} = \frac{20 \cdot 10^3}{250} = 80 \text{ Н/мм}^2; \quad \sigma_4 = \frac{N_2}{A_3} = \frac{20 \cdot 10^3}{500} = 40 \text{ Н/мм}^2.$$

Откладываем значения напряжений вверх от оси, т. к. значения их положительные (растяжение). Масштаб эпюр продольной силы и нормальных напряжений выбирается отдельно в зависимости от порядка цифр и имеющегося на листе места.

3.2. Тестовые задания (ТЗ)

1. Устройство, осуществляющее механические движения для преобразования энергии, материалов и информации с целью облегчения физического и умственного труда человека называется...

- 1) машиной
- 2) узлом
- 3) механизмом
- 4) сборочной единицей

2. Машины по назначению условно подразделяют на группы

- 1) энергетические, рабочие, информационные
- 2) двигатели, преобразователи, транспортные
- 3) вычислительные, кибернетические, машины-орудия
- 4) машинные агрегаты, машины-орудия, машины, состоящие из

нескольких агрегатов

3. Механизм представляет собой...

- 1) совокупность звеньев соединенных кинематическими парами
- 2) кинематическую цепь со стойкой
- 3) механическую систему для преобразования движения
- 4) систему тел, преобразующих энергию из одного вида в другой

4. Деталью называют изделие, ...
 - 3) выполненное из одного материала без применения сборочных операций
 - 4) представляющее собой законченную сборочную единицу, состоящую из деталей, имеющих общее функциональное назначение
 - 3) составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии изготовителе сборочными операциями
5. Узлом называют изделие, ...
 - 1) выполненное из одного материала без применения сборочных операций
 - 2) представляющее собой законченную сборочную единицу, состоящую из деталей, имеющих общее функциональное назначение
 - 3) составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии изготовителе сборочными операциями
6. Сборочной единицей называют изделие, ...
 - 1) выполненное из одного материала без применения сборочных операций
 - 2) представляющее собой законченную сборочную единицу, состоящую из деталей, имеющих общее функциональное назначение
 - 3) составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии изготовителе сборочными операциями
7. К деталям общего назначения не относится...
 - 1) вал
 - 2) болт
 - 3) шкив
 - 4) поршень
8. Установите последовательность стадий проектирования машин
 - 1) техническое задание
 - 2) техническое предложение
 - 3) эскизный проект
 - 4) технический проект
 - 5) разработка рабочей документации
9. К основным критериям работоспособности и расчета деталей и узлов относятся...
 - 1) прочность, жесткость, износостойкость, виброустойчивость
 - 2) производительность, надежность, долговечность
 - 3) удобство сборки, разборки и замены
 - 4) технологичность, эстетичность
10. При выполнении проектного расчета определяют...
 - 1) размеры детали и выбирают ее материал

- 2) напряжения в опасных сечениях
- 3) коэффициенты запаса прочности

11. Проверочный расчет на прочность заключается в определении...

- 1) напряжений или коэффициентов запаса прочности
- 2) размеров детали в опасных сечениях
- 3) материала детали
- 4) внешнего вида и цвета детали

12. Расчет деталей, узлов и механизмов начинается с...

- 1) проектного расчета
- 2) конструирования
- 3) проверочного расчета

13. При конструировании узла или механизма целесообразно...

1) полностью выполнить все расчеты и затем сконструировать узел или механизм

- 1) сконструировать узел или механизм, а затем выполнить все расчеты
- 3) расчеты и конструирование выполнять параллельно

14. Мощность механической передачи определяется по формуле ...

- 1) $P = \frac{F_t}{v}$
- 2) $P = \frac{T}{\omega}$
- 3) $P = F \cdot v$
- 4) $P = T \cdot \omega$

15. КПД механической передачи определяется по формуле ...

- 1) $\eta = \frac{P_1}{P_2}$
- 2) $\eta = P_1 P_2$
- 3) $\eta = \frac{P_1 - P_2}{P_1}$
- 4) $\eta = \frac{P_2}{P_1}$

16. Механическая передача является повышающей и называется мультипликатором при ...

- 1) $u < 1$. $n_2 < n_1$
- 2) $u > 1$. $n_2 > n_1$
- 3) $u > 1$. $n_2 < n_1$

4) $i < 1$. $n_2 > n_1$

17. Механическая передача является понижающей и называется редуктором при...

1) $i < 1$. $n_2 < n_1$

2) $i < 1$. $n_2 > n_1$

3) $i > 1$. $n_2 < n_1$

4) $i > 1$. $n_2 > n_1$

18. Коэффициент полезного действия (КПД) механического привода определяется по формуле ...

1) $\eta = 1 - \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \dots \cdot \eta_n$

2) $\eta = \eta_1 + \eta_2 + \dots + \eta_n$

3) $\eta = 1 - (\eta_1 + \eta_2 + \dots + \eta_n)$

4) $\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \dots \cdot \eta_n$

19. Наиболее высокий КПД имеет ... передача.

1) зубчатая коническая

2) цепная

3) червячная

4) ременная

5) зубчатая цилиндрическая

20. К механическим передачам зацеплением относятся ...

1) зубчатые, волновые, клиноременные

2) зубчатые, фрикционные, червячные

3) зубчатые, цепные, червячные, планетарные

4) зубчатые, червячные, ременные, фрикционные

21. К механическим передачам трением относится ...

1) червячная

2) клиноременная

3) волновая зубчатая

4) планетарная

5) винтовая

22. Больше передаточное отношение имеет ... передача.

1) коническая зубчатая

2) ременная

3) цепная

4) цилиндрическая зубчатая

5) червячная

23. В механическом приводе быстроходной называется передача ...

- 1) расположенная ближе к двигателю
- 2) расположенная ближе к рабочему органу привода
- 3) открытая
- 4) закрытая

24. Передаточное отношение механической передачи определяют по формуле...

1) $i = \frac{z_1}{z_2}$

2) $i = z_2 + z_1$

3) $i = \frac{D_1}{D_2}$

4) $i = z_2 + z_1$

25. Движение в зубчатых передачах передается за счет...

- 1) зацепления зубьев
- 2) сил трения между зубьями
- 3) прижатия колес друг к другу
- 4) скольжения зубьев друг по другу

26. В цилиндрических зубчатых передачах передаточное отношение ...

- 1) постоянное
- 2) переменное
- 3) $i = \pi$
- 4) $i = \infty$

27. Зацепление зубчатых колес эквивалентно качению без скольжения окружностей называемых ...

- 1) делительными окружностями
- 2) начальными окружностями
- 3) окружностями вершин зубьев
- 4) основными окружностями
- 5) окружностями впадин зубьев

28. У зубчатых колес находящихся в зацеплении должны быть одинаковыми ...

- 1) делительные диаметры
- 2) ширина колес

- 3) числа зубьев
- 4) модули

29. Стандартизированным параметром зубчатых колес является ...

- 1) число зубьев
- 2) угол наклона зубьев
- 3) делительный диаметр
- 4) модуль зацепления
- 5) шаг зубьев

30. В зубчатой передаче напряжения изгиба вызывают ... зубьев.

- 1) усталостное выкрашивание
- 2) поломку
- 3) износ
- 4) заедание

31. Основными критериями работоспособности зубчатых передач являются ...

- 1) прочность при срезе зубьев
- 2) контактная прочность зубьев
- 3) прочность при смятии зубьев
- 4) прочность при изгибе зубьев

32. В зацеплении косозубой цилиндрической передачи действуют силы

...

- 1) радиальная, окружная,
- 2) радиальная, осевая, нормальная
- 3) радиальная, окружная, нормальная
- 4) радиальная, окружная, осевая

33. При проектном расчете размеры открытой зубчатой передачи определяют расчетом ...

- 1) на прочность при изгибе зубьев
- 2) на прочность при срезе зубьев
- 3) на контактную прочность зубьев
- 4) на прочность при смятии зубьев
- 5) на прочность при сжатии зубьев

34. Формула для проектного расчета цилиндрических зубчатых передач имеет вид ...

1)
$$\sigma_F = \frac{K_F F_t}{b m} Y_{FS} Y_\beta Y_\epsilon$$

$$2) \quad a_w = K_o(u \pm 1) \sqrt[3]{\frac{K_H \beta T_2}{u^2 \psi_{bc} [\sigma]_H^2}}$$

$$3) \quad \sigma_H = Z_E Z_s Z_H \sqrt{\frac{K_H F_t (u \pm 1)}{b_w d_1 u}} \leq [\sigma]_H$$

$$4) \quad d_{a1} = 1650 \sqrt[3]{\frac{K_H T_1}{u \varphi_H [\sigma]_H^2}}$$

35. Формула для проверочного расчета контактных напряжений цилиндрических зубчатых передач имеет вид ...

$$1) \quad \sigma_F = \frac{K_F F_t}{b m} Y_{FS} Y_\beta Y_s$$

$$2) \quad a_w = K_o(u \pm 1) \sqrt[3]{\frac{K_H \beta T_2}{u^2 \psi_{bc} [\sigma]_H^2}}$$

$$3) \quad \sigma_H = Z_E Z_s Z_H \sqrt{\frac{K_H F_t (u \pm 1)}{b_w d_1 u}} \leq [\sigma]_H$$

$$4) \quad d_{a1} = 1650 \sqrt[3]{\frac{K_H T_1}{u \varphi_H [\sigma]_H^2}}$$

36. Формула для проверочного расчета напряжений изгиба цилиндрических зубчатых передач имеет вид ...

$$1) \quad \sigma_F = \frac{K_F F_t}{b m} Y_{FS} Y_\beta Y_s$$

$$2) \quad a_w = K_o(u \pm 1) \sqrt[3]{\frac{K_H \beta T_2}{u^2 \psi_{bc} [\sigma]_H^2}}$$

$$3) \quad \sigma_H = Z_E Z_s Z_H \sqrt{\frac{K_H F_t (u \pm 1)}{b_w d_1 u}} \leq [\sigma]_H$$

$$4) \quad d_{a1} = 1650 \sqrt[3]{\frac{K_H T_1}{u \varphi_H [\sigma]_H^2}}$$

37. Больше передаточное отношение обеспечивает ... редуктор

- 1) цилиндрический одноступенчатый
- 2) конический одноступенчатый
- 3) червячно - цилиндрический
- 4) цилиндрический соосный

5) коническо-цилиндрический

38. Принцип действия ременной передачи основан на использовании сил...

- 1) Скольжения
- 2) Зацепления
- 3) Трения
- 4) Давления

39. Основным расчетом ременных передач является расчет по...

- 1) По долговечности ремня
- 2) Тяговой способности
- 3) Прочности ремня
- 4) Допускаемому натяжению ремня

40. Максимальное рекомендуемое число ремней в ременной передаче не должно превышать...

- 1) 2
- 2) 4
- 3) 8
- 4) 20

41. Основным недостатком ременных передач является...

- 1) Непостоянство передаточного отношения
- 2) Шум при работе
- 3) Высокая стоимость
- 4) Низкий КПД

42. Окружная сила F_t в ременной передаче определяется по формуле...

- 1) $F_t = F_1 - F_2$
- 2) $F_t = F_0 + \Delta F$
- 3) $F_t = F_0 - \Delta F$
- 4) $F_t = 2F_0$

43. Клиновидная форма ремня по сравнению с плоским ремнем... сцепление со шкивом

- 1) Увеличивает
- 2) Уменьшает
- 3) Не влияет на

44. Усталостное разрушение ремня зависит от...

- 1) Попадания абразивных материалов
- 2) Буксования ремня
- 3) Перегрева ремня
- 4) Циклического изгиба при огибании шкивов

45. К недостаткам цепной передачи по сравнению с ременной относится...

- 1) Постоянство передаточного отношения
- 2) Меньшие габариты
- 3) Шум при работе
- 4) Меньшие нагрузки на валы и подшипники

46. Нагрузочная способность цепной передачи...нагрузочной способности ременной

- 1) Больше
- 2) Меньше
- 3) Соответствует

47. Регулировка натяжения цепи осуществляется...

- 1) Перемещением оси одной из звездочек
- 2) Перемещением натяжных звездочек или роликов
- 3) Обоими указанными способами

48. Основным критерием работоспособности цепной передачи является...

- 1) Износостойкость шарниров цепи
- 2) Прочность шарниров цепи
- 3) Жесткость цепи
- 4) Прочность цепи

49. Фрикционные передачи являются передачами...

- 1) трением с непосредственным контактом тел качения
- 2) трением с гибкой связью
- 3) зацеплением с непосредственным контактом
- 4) зацеплением с гибкой связью

50. К достоинствам фрикционных передач относится...

- 1) простота тел качения
- 2) большие нагрузки на вал и подшипники
- 3) необходимость специальных нажимных устройств
- 4) непостоянство передаточного числа

3.3. Контрольные вопросы (КВ)

КВ №1 Статика. Аксиома статики.

КВ №2 Связи. Типы связей.

КВ №3 Система сходящихся сил. Разложение сил. Сложение сил.

КВ №4 Пара сил. Эквивалентность пар сил. Условие равновесия.

КВ №5 Сложение плоской системы сходящихся сил. Параллелепипед сил.

Определение равнодействующей системы сходящихся сил методом проекций

КВ №6 Момент силы относительно центра. Равновесие пространственной системы сил.

КВ №7 Центр тяжести параллельных сил.

КВ №8 Центр тяжести тела, центр тяжести простейших фигур.

КВ №9 Система 2-х параллельных сил. Сложение 2-х параллельных сил, направленных в одну сторону.

КВ №10 Система 2-х параллельных сил. Сложение 2-х параллельных сил, направленных в разные стороны.

КВ №11 Устойчивость равновесия. Устойчивость тела опирающегося на плоскость

КВ №12 Пара сил. Момент пары. Сложение пар.

КВ №13 Кинематика. Движение точки.

КВ №14 Скорость точки. Ускорение точки.

КВ №15 Полное ускорение. Нормальные и касательные ускорения.

КВ №16 Частные случаи движения точки.

КВ №17 Поступательное и вращательное движение твердого тела.

КВ №18 Линейные скорости и ускорение.

КВ №19 Угловые скорости и ускорение.

КВ №20 Динамика. Законы динамики.

КВ №21 Силы инерции. Принцип Даламбера.

КВ №22 Работа постоянной силы на прямолинейном участке пути.

КВ №23 Мощность. КПД.

КВ №24 Работа переменной силы на криволинейном участке пути. Сила тяжести.

КВ №25 Импульс силы. Количество движения.

КВ №26 Теорема об изменении количества движения точки

КВ №27 Теорема об изменении кинетической энергии точки.

КВ №28 Сопротивление материалов. Классификация нагрузок.

КВ №29 Напряжение. Метод сечений.

КВ №30 Внутренние силы в поперечных сечениях бруса.

КВ №31 Основные виды деформаций, и какими внешними нагрузками они вызываются.

КВ №32 Растяжение и сжатие. Напряжение и деформация.

КВ №33 Напряжения в поперечных сечениях бруса при деформациях растяжения и сжатия.

КВ №34 Деформации и перемещения. Закон Гука.

КВ №35 Продольные силы. Их эпюры.

КВ №36 Смятие. Практические расчёты на срез и смятие.

КВ №37 Условие прочности при растяжении и сжатии. Виды расчётов.

КВ №38 Общие сведения о механических испытаниях материалов.

КВ №39 Деформация чистого сдвига. Срез.

- КВ №40 Закон Гука при сдвиге.
- КВ №41 Деформация Изгиба.
- КВ №42 Соединения деталей машин. Разъёмные и неразъёмные соединения.
- КВ №43 Классификация зубчатых передач. Формы профиля зуба
Область применения.
- КВ №44 Виды подшипников скольжения и качения. Область применения.
- КВ №45 Виды валов. Область применения, конструкция. Подбор диаметра вала.
- КВ №46 Подшипники качения. Достоинства и недостатки. Область применения.
- КВ №47 Передача винт-гайка. Область применения, материалы и метод изготовления.
- КВ №48 Резьбовые соединения, типы резьбы. Область применения, достоинства и недостатки.

3.4. Билеты дифференцированного зачета (ДБ)

ДБ №1

1. Статика. Аксиома статики.
2. Связи. Типы связей.
3. Груз подвешен на стержнях и канатах и находится в равновесии
Изобразить систему сил, действующих на шарнир **A**.

ДБ №2

1. Система сходящихся сил. Разложение сил. Сложение сил.
2. Пара сил. Эквивалентность пар сил. Условие равновесия.
3. Шар подвешен на нити и опирается на стену. Определить реакции нити и гладкой опоры (стенки).

ДБ №3

1. Сложение плоской системы сходящихся сил. Параллелепипед сил. Определение равнодействующей системы сходящихся сил методом проекции.
2. Момент силы относительно центра. Равновесие пространственной системы сил.
3. Груз подвешен на стержнях и находится в равновесии. Определить усилия в стержнях.

ДБ №4

1. Центр тяжести параллельных сил.
2. Центр тяжести тела, центр тяжести простейших фигур.
3. Груз подвешен на стержнях и канатах и находится в равновесии. Определить усилия в стержнях.

ДБ №5

1. Система 2-х параллельных сил. Сложение 2-х параллельных сил, направленных в одну сторону.
2. Система 2-х параллельных сил. Сложение 2-х параллельных сил, направленных в разные стороны.
3. Определить величину и направление равнодействующей плоской системы сходящихся сил аналитическим способом.

ДБ №6

1. Устойчивость равновесия. Устойчивость тела опирающегося на плоскость.
2. Пара сил. Момент пары. Сложение пар.
3. К двум материальным точкам массой $m_1 = 2 \text{ кг}$ и $m_2 = 5 \text{ кг}$ приложены одинаковые силы. Сравнить величины ускорений.

ДБ №7

1. Кинематика. Движение точки.
2. Скорость точки. Ускорение точки.
3. Система трех сил находится в равновесии. Известны проекции двух сил системы на взаимно перпендикулярные оси Ox и Oy :

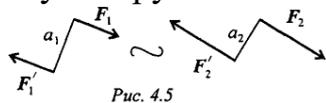
$$F_{1x} = 10 \text{ кН}; \quad F_{2x} = 5 \text{ кН};$$

$$F_{1y} = -2 \text{ кН}; \quad F_{2y} = 6 \text{ кН}.$$

Определить, чему равна и как направлена третья сила системы.

ДБ №8

1. Полное ускорение. Нормальные и касательные ускорения.
2. Частные случаи движения точки.
3. Дана пара сил $|F_1| = |F'_1| = 42 \text{ кН}$; плечо 2 м. Заменить заданную пару сил эквивалентной парой с плечом 0,7 м.

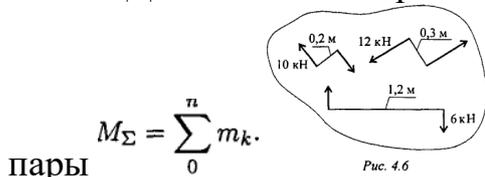


$$m_1 = F_1 a_1; \quad m_1 = 42 \cdot 2 = 84 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

$$\text{Откуда } F_2 = \frac{84}{0,7} = 120 \text{ кН}.$$

ДБ №9

1. Поступательное и вращательное движение твердого тела.
2. Линейные скорости и ускорение.
3. Дана система пар сил (рис. 4.6). Определить момент результирующей пары



$$M_{\Sigma} = \sum_0^n m_k.$$

ДБ №10

1. Динамика. Законы динамики.
2. Силы инерции. Принцип Даламбера.
3. Рассчитать сумму моментов сил относительно точки O (рис. 4.7).

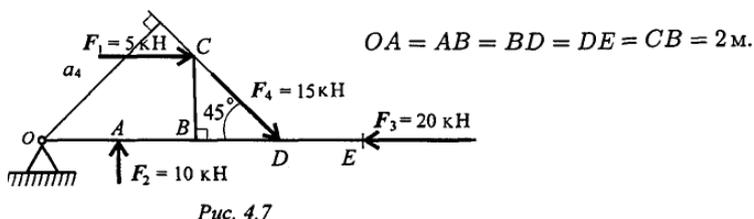


Рис. 4.7

ДБ №11

1. Работа постоянной силы на прямолинейном участке пути.
2. Мощность. КПД.
3. Найти момент присоединенной пары при переносе силы F_3 в точку B (рис. 5.3). $F_1 = 10 \text{ кН}$; $F_2 = 15 \text{ кН}$; $F_3 = 18 \text{ кН}$; $a = 0,2 \text{ м}$.

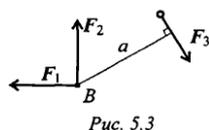


Рис. 5.3

ДБ №12

1. Работа переменной силы на криволинейном участке пути. Сила тяжести.
2. Импульс силы. Количество движения.
3. Найти главный вектор системы. $F_1 = 10 \text{ кН}$; $F_2 = 16 \text{ кН}$; $F_3 = 12 \text{ кН}$; $m = 60 \text{ кН}\cdot\text{м}$.

ДБ №13

1. Теорема об изменении количества движения точки
2. Теорема об изменении кинетической энергии точки.
3. Определить положение центра тяжести фигуры, представленной на рис. 8.4.

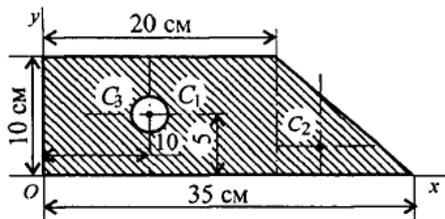


Рис. 8.4

ДБ №14

1. Сопротивление материалов. Классификация нагрузок.
2. Напряжение. Метод сечений.
3. Определить координаты центра тяжести составного сечения. Сечение

состоит из листа и прокатных профилей (рис. 8.5).

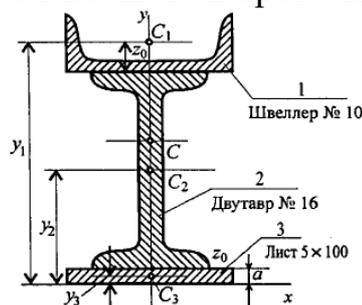


Рис. 8.5

ДБ №15

1. Внутренние силы в поперечных сечениях бруса.

2. Основные виды деформаций, и какими внешними нагрузками они вызываются.

3. Дано уравнение движения точки: $S = 0,36t^2 + 0,18t$. Определить скорость точки в конце третьей секунды движения и среднюю скорость за первые 3 секунды.

ДБ №16

1. Растяжение и сжатие. Напряжение и деформация.

2. Напряжения в поперечных сечениях бруса при деформациях растяжения и сжатия.

3. Точка движется по кривой радиуса $r = 10$ м согласно уравнению $S = 2,5t^2 + 1,2t + 2,5$

Определить полное ускорение точки в конце второй секунды движения и указать направление касательной и нормальной составляющих ускорения в точке M .

ДБ №17

1. Деформации и перемещения. Закон Гука.

2. Продольные силы. Их эпюры.

3. Свободная материальная точка, масса которой 5 кг, движется согласно уравнению $S = 0,48t^2 + 0,2t$. Определить величину движущей силы.

ДБ №18

1. Смятие. Практические расчёты на срез и смятие.

2. Условие прочности при растяжении и сжатии. Виды расчётов.

3. К двум материальным точкам массой $m_1 = 2$ кг и $m_2 = 5$ кг приложены одинаковые силы. Сравнить величины ускорений.

ДБ №19

1. Общие сведения о механических испытаниях материалов.

2. Деформация чистого сдвига. Срез.

3. Дана схема нагружения и размеры бруса до деформации (рис. 21.3).

Брус зашечен, определить перемещение свободного конца.

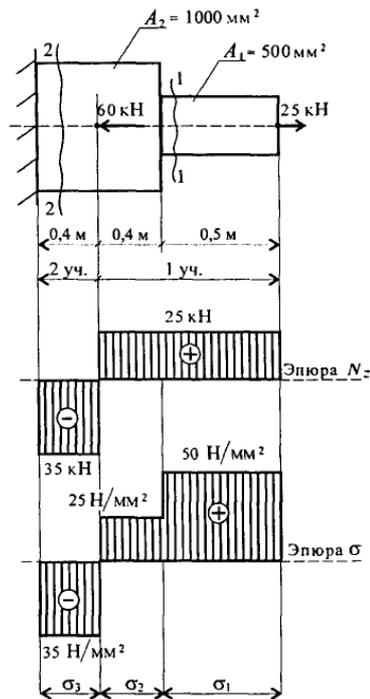


Рис. 21.3

ДБ №20

1. Закон Гука при сдвиге.

2. Деформация Изгиба.

3. После отключения двигателя колесо радиусом 0,5 м и массой 700 кг имело угловую частоту вращения 300 об/мин. Определите момент трения в подшипниках, если вал колеса остановился через 1,5 мин. Вращение принять равнопеременным, колесо считать сплошным цилиндром (рис. 17.9).

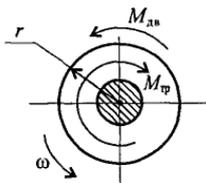


Рис. 17.9

ДБ №21

1. Соединения деталей машин. Разъёмные и неразъёмные соединения.

2. Классификация зубчатых передач. Формы профиля зуба Область применения.

3. Шкив приводится во вращение ременной передачей (рис. 17.10). Натяжение ведущей ветви ремня $S_1 = 120 \text{ Н}$, ведомого — $S_2 = 50 \text{ Н}$. Масса шкива 200 кг, диаметр 80 мм, момент сопротивления в подшипниках 1,2 Н-м. Определить угловое ускорение вала пренебрегая его массой. Шкив считать тонкостенным цилиндром.

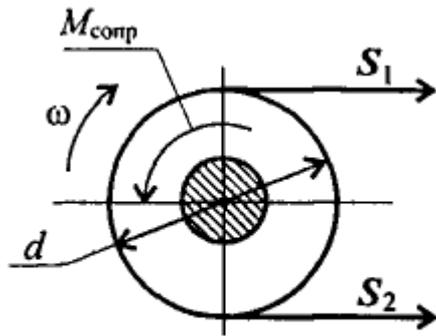


Рис. 17.10

ДБ №22

1. Виды подшипников скольжения и качения. Область применения.
2. Виды валов. Область применения, конструкция. Подбор диаметра вала.
3. Ступенчатый брус нагружен вдоль оси двумя силами. Брус защемлен с левой стороны (рис. 20.6). Пренебрегая весом бруса, по строить эпюры продольных сил и нормальных напряжений.

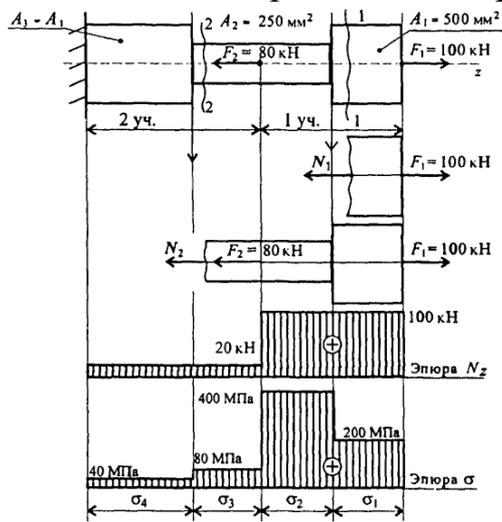


Рис. 20.6

ДБ №23

1. Подшипники качения. Достоинства и недостатки. Область применения.
2. Передача винт-гайка. Область применения, материалы и метод изготовления.
3. К двум материальным точкам массой $m_1 = 2 \text{ кг}$ и $m_2 = 5 \text{ кг}$ приложены одинаковые силы. Сравнить величины ускорений.

ДБ №24

1. Резьбовые соединения, типы резьбы. Область применения, достоинства и недостатки.
2. Импульс силы. Количество движения.
3. Груз подвешен на стержнях и канатах и находится в равновесии. Изобразить систему сил, действующих на шарнир А.

4. Критерии оценивания

«5» «отлично» или «зачтено» – студент показывает глубокое и полное овладение содержанием программного материала по УД, в совершенстве владеет понятийным аппаратом и демонстрирует умение применять теорию на практике, решать различные практические и профессиональные задачи, высказывать и обосновывать свои суждения в форме грамотного, логического ответа (устного или письменного), а также высокий уровень овладение общими и профессиональными компетенциями и демонстрирует готовность к профессиональной деятельности;

«4» «хорошо» или «зачтено» – студент в полном объеме освоил программный материал по УД, владеет понятийным аппаратом, хорошо ориентируется в изучаемом материале, осознанно применяет знания для решения практических и профессиональных задач, грамотно излагает ответ, но содержание, форма ответа (устного или письменного) имеют отдельные неточности, демонстрирует средний уровень овладение общими и профессиональными компетенциями и готовность к профессиональной деятельности;

«3» «удовлетворительно» или «зачтено» – студент обнаруживает знание и понимание основных положений программного материала по УД, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, в применении знаний для решения практических и профессиональных задач, не умеет доказательно обосновать свои суждения, но при этом демонстрирует низкий уровень овладения общими и профессиональными компетенциями и готовность к профессиональной деятельности;

«2» «неудовлетворительно» или «не зачтено» – студент имеет разрозненные, бессистемные знания, не умеет выделять главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, беспорядочно и неуверенно излагает программный материал по УД, не умеет применять знания для решения практических и профессиональных задач, не демонстрирует овладение общими и профессиональными компетенциями и готовность к профессиональной деятельности.

5. Информационное обеспечение

перечень учебных изданий, электронных изданий, электронных и Интернет-ресурсов, образовательных платформ, электронно-библиотечных систем, веб-систем для организации дистанционного обучения и управления им, используемые в образовательном процессе как основные и дополнительные источники.

Основные источники:

1. Гребенкин, В. З. Техническая механика : учебник и практикум для среднего профессионального образования / В. З. Гребенкин, Р. П. Заднепровский, В. А. Лetyгин ; под редакцией В. З. Гребенкина, Р. П. Заднепровского. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 390 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10337-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/475629>

2. Журавлев, Е. А. Техническая механика: теоретическая механика : учебное пособие для среднего профессионального образования / Е. А. Журавлев. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 140 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10338-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/475625>

3. Зиомковский, В. М. Техническая механика : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. М. Зиомковский, И. В. Троицкий ; под научной редакцией В. И. Вешкурцева. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 288 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10334-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/475631>

4. Королев, П. В. Техническая механика : учебное пособие для СПО / П. В. Королев. — Саратов : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 111 с. — ISBN 978-5-4488-0672-8, 978-5-4497-0264-7. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROОбразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/88496>

5. Калентьев, В. А. Техническая механика : учебное пособие для СПО / В. А. Калентьев. — Саратов : Профобразование, 2020. — 110 с. — ISBN 978-5-4488-0904-0. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROОбразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/98670>

6. Максимов, А. Б. Механика. Решение задач статики и кинематики : учебное пособие для спо / А. Б. Максимов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-6767-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152478> (дата обращения: 13.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Техническая механика : учебник / Г.Г. Сафонова, Т.Ю. Артюховская, Д.А. Ермаков. - Москва : ИНФРА-М, 2022. — 320 с. — (Среднее профессиональное образование).

8. Техническая механика : учебное пособие / В.Э. Завистовский. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 376 с. — (Среднее профессиональное образование).

9. Техническая механика. Сборник тестовых заданий : учебное пособие / В.П. Олофинская. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Форум, 2019. — 136 с. — (Профессиональное образование).

10. Техническая механика : учебник / Л. Н. Гудимова, Ю. А. Елифанцев, Э. Я. Живаго, А. В. Макаров. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-4498-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148215> (дата обращения: 13.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

11. Техническая механика : учебник для среднего профессионального образования / В. В. Джамай, Е. А. Самойлов, А. И. Станкевич, Т. Ю. Чуркина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 360 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-14636-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/478096>

3.2.2. Дополнительные источники

1. ГОСТ ЭКСПЕРТ – единая база ГОСТов РФ – URL: <https://gostexpert.ru/>

2. РОССТАНДАРТ - Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии – URL: <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/>

Электронные издания (электронные ресурсы):

1. Электронный ресурс «Единое окно: доступа к образовательным ресурсам». Форма доступа: <http://window.edu.ru/window/library>

2. Электронный ресурс «Федеральный Центр информационнообразовательных ресурсов». Форма доступа: <http://fcior.edu.ru/>

Цифровая образовательная среда СПО PROФобразование:

Мовнин, М. С. Основы технической механики : учебник / М. С. Мовнин, А. Б. Израелит, А. Г. Рубашкин ; под редакцией П. И. Бегун. — 2-е изд. — Санкт-Петербург : Политехника, 2020. — 287 с. — ISBN 978-5-7325-1087-4. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/94833>

Электронно-библиотечная система:

IPR BOOKS - <http://www.iprbookshop.ru/78574.html>

Веб-система для организации дистанционного обучения и управления им:

Система дистанционного обучения ОГАПОУ «Алексеевский колледж» <http://moodle.alcollege.ru/>