

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Манаенков Сергей Алексеевич
Должность: Директор
Дата подписания: 10.03.2023 08:45:44
Уникальный программный ключ:
b98c63f50c040389aac165e2b73c0c737775c9e9

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ
СООБЩЕНИЯ» В Г. РТИЩЕВО
(ФИЛИАЛ СамГУПС В Г. РТИЩЕВО)**

**Комплект
контрольно-оценочных средств
по учебной дисциплине
ОП. 02. Техническая механика
основной профессиональной образовательной программы
по специальности *23.02.06 Техническая эксплуатация
подвижного состава железных дорог*
(Базовая подготовка среднего профессионального
образования)**

**Ртищево
2022 г.**

Рассмотрено и одобрено
на заседании цикловой комиссии
специальностей 08.02.10, 23.02.06
протокол № 1
от 31.08 2022 г.
Председатель ЦК
Е.В. Гундарева

Комплект контрольно-оценочных
средств учебной дисциплины составлен
в соответствии с требованиями СПО
ФГОС по специальности СПО 23.02.06
Техническая эксплуатация подвижного
состава железных дорог (приказ
Минобрнауки РФ от 22 апреля 2014 г.
№388) и на основе Примерной
программы дисциплины (заключение
экспертного совета №295 от 16 августа
2011 г.)

Утверждаю
Зам. директора по УР
Н.А. Петухова
«31» 08 2022 г.

Разработчик:

Тишунин Александр Леонидович,
преподаватель филиала СамГУПС в г. Ртищево,
высшая категория

Рецензенты:

Дрожжина Татьяна Леонидовна
преподаватель филиала СамГУПС в г. Ртищево,
высшая категория



Кашкин Кашкин Дмитрий Владимирович
начальник производственного участка Ртищево
Юго-Восточной Дирекции по ремонту тягового
подвижного состава структурного
подразделения Дирекции по ремонту тягового
подвижного состава – филиала ОАО «РЖД»

Содержание

1. Паспорт комплекта контрольно-оценочных средств.
2. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке.
3. Оценка освоения учебной дисциплины:
 - 3.1. Формы и методы оценивания.
 - 3.2. Кодификатор оценочных средств.
4. Задания для оценки освоения дисциплины.

1. Паспорт комплекта контрольно-оценочных средств

В результате освоения учебной дисциплины ОП.02 Техническая механика обучающийся должен обладать предусмотренными ФГОС по специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог (Базовая подготовка СПО) следующими знаниями, умениями, которые формируют профессиональные компетенции, и общими компетенциями, а также личностными результатами осваиваемыми в рамках программы воспитания:

У1 - использовать методы проверочных расчетов на прочность, действий изгиба и кручения;

У2 - выбирать способ передачи вращательного момента.

З1 - основные положения и аксиомы статики

З2 - основные положения кинематики, динамики, сопротивления материалов

З3 - детали машин.

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

ПК 1.1. Эксплуатировать подвижной состав железных дорог.

ПК 1.2. Производить техническое обслуживание и ремонт подвижного состава железных дорог в соответствии с требованиями технологических процессов.

ПК 2.3. Контролировать и оценивать качество выполняемых работ.

ПК 3.2. Разрабатывать технологические процессы на ремонт отдельных деталей и узлов подвижного состава железных дорог в соответствии с нормативной документацией.

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

ЛР 13 Готовность обучающегося соответствовать ожиданиям работодателей: ответственный сотрудник, дисциплинированный, трудолюбивый, нацеленный на достижение поставленных задач, эффективно взаимодействующий с членами команды, сотрудничающий с другими людьми, проектно мыслящий.

ЛР 27 Проявляющий способности к непрерывному развитию в области профессиональных компетенций и междисциплинарных знаний.

ЛР 30 Осуществляющий поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения различных задач, профессионального и личного развития.

Формой аттестации по учебной дисциплине является **экзамен**.

2. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке.

2.1. В результате аттестации по учебной дисциплине осуществляется комплексная проверка следующих умений и знаний, а также динамика формирования общих, профессиональных компетенций, личностных результатов:

Результаты обучения: умения, знания и общие компетенции	Показатели оценки результата.	Форма контроля и оценивания.
<p>31 - основные положения и аксиомы статики</p> <p>32 - основные положения кинематики, динамики, сопротивления материалов</p> <p>ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.</p> <p>ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.</p> <p>ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.</p> <p>ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.</p> <p>ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.</p> <p>ОК 6. Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.</p> <p>ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.</p> <p>ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и</p>	<p>Представление о роли и значении механики в технике.</p> <p>Определение материальной точки и абсолютно твердого тела. Типы связей и направление реакций идеальных связей.</p> <p>Определение численного значения и направления равнодействующей силы графическим и аналитическим способами. Условие равновесия плоской системы сходящихся сил.</p> <p>Действие пары сил на тело. Свойства пар сил. Условие равновесия.</p> <p>Условие равновесия плоской системы произвольно расположенных сил.</p> <p>Определение реакций связей шарнирно-стержневой системы, опор балочных систем, все виды нагрузок.</p> <p>Определение момента силы относительно оси, условие и уравнение равновесия пространственной системы сходящихся и произвольных сил.</p> <p>Группы сооружений; геометрически изменяемые и неизменяемые системы; три степени свободы; условия образования абсолютно жестких стержневых систем; понятие о фермах; метод вырезания узлов; метод сквозных сечений.</p> <p>Уравнения движения,</p>	<p>Экспертное наблюдение на практических и лабораторных занятиях, ответы на контрольные вопросы, выполнение индивидуальных заданий, фронтальный опрос, текущий контроль в форме тестирования, оценка самостоятельной работы.</p> <p>Наблюдение за деятельностью обучающихся в процессе освоения образовательной программы.</p> <p>Беседы с руководителями предприятий производственной практики.</p> <p>Выполнение и защита лабораторных и практических работ. Домашняя работа.</p> <p>Текущий контроль в форме контрольных и тестовых заданий по темам учебной дисциплины.</p> <p>Фронтальный и индивидуальный опрос во время аудиторных занятий</p> <p>Оценка уровня профессионализма обучающихся при выполнении практических и лабораторных работ.</p> <p>Оценка</p>

<p>личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.</p> <p>ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.</p>	<p>скорость и ускорение точки при естественном способе задания движения. Формулы равномерного и равнопеременного движения.</p> <p>Уравнение вращательного движения тела, угловая скорость, угловое ускорение. Выражение скорости, нормального, касательного и полного ускорения через угловую скорость и угловое ускорение. Связь угловой скорости и частоты вращения.</p> <p>Задачи динамики, основные аксиомы динамики.</p> <p>Определение численного значения и направления силы инерции при прямолинейном и криволинейном движениях, методику решения задач с помощью метода кинестатики.</p> <p>Определение работы и мощности при поступательном и вращательном движениях тела. Определение КПД, коэффициента трения скольжения, коэффициента трения качения.</p>	<p>самостоятельной работы.</p> <p>Оценка выполнения лабораторных и практических работ. Текущий контроль в форме тестирования. Контрольный срез. Фронтальный опрос. Оценка самостоятельной работы.</p>
<p>У1 использовать методы проверочных расчетов на прочность, действий изгиба и кручения;</p> <p>32 - основные положения кинематики, динамики, сопротивления материалов</p> <p>ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.</p> <p>ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.</p> <p>ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных</p>	<p>Построение эпюр продольных сил, нормальных напряжений. Определение перемещения любого поперечного сечения бруса. Построение диаграммы растяжения и сжатия.</p> <p>Выполнение проверочных и проектировочных расчетов на прочность при растяжении и сжатии.</p> <p>Выполнение проверочных и проектировочных расчетов болтовых, шпоночных, заклепочных, пальцевых и сварных соединений.</p> <p>Построение эпюр крутящих моментов, выполнение проверочных и проектировочных расчетов на прочность и жесткость при</p>	<p>Экспертное наблюдение на практических и лабораторных занятиях, ответы на контрольные вопросы, выполнение индивидуальных заданий, фронтальный опрос, текущий контроль в форме тестирования, оценка самостоятельной работы.</p> <p>Наблюдение за деятельностью обучающихся в процессе освоения образовательной программы. Беседы с руководителями предприятий производственной практики.</p>

<p>ситуациях и нести за них ответственность.</p> <p>ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.</p> <p>ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.</p> <p>ОК 6. Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.</p> <p>ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.</p> <p>ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.</p> <p>ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.</p>	<p>кручении.</p> <p>Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов при прямом поперечном изгибе. Выполнение проверочных и проектировочных расчетов прямых брусьев из условия прочности и жесткости.</p>	<p>Выполнение и защита лабораторных и практических работ. Домашняя работа.</p> <p>Текущий контроль в форме контрольных и тестовых заданий по темам учебной дисциплины.</p> <p>Фронтальный и индивидуальный опрос во время аудиторных занятий</p> <p>Оценка уровня профессионализма обучающихся при выполнении практических и лабораторных работ. Оценка самостоятельной работы.</p> <p>Оценка выполнения лабораторных и практических работ. Текущий контроль в форме тестирования. Контрольный срез. Фронтальный опрос. Оценка самостоятельной работы.</p>
<p>У2 - выбирать способ передачи вращательного момента.</p> <p>З3 - детали машин</p> <p>ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.</p> <p>ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.</p> <p>ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.</p>	<p>Определение машины и механизма, основные их части, основные задачи технического прогресса в области путевого и строительного машиностроения.</p> <p>Достоинства, недостатки, область применения сварных, клеевых, резьбовых, шпоночных, шлицевых соединений. Их сравнительную характеристику.</p> <p>Принцип работы, устройство, достоинства и недостатки, область применения,</p>	<p>Экспертное наблюдение на практических и лабораторных занятиях, ответы на контрольные вопросы, выполнение индивидуальных заданий, фронтальный опрос, текущий контроль в форме тестирования, оценка самостоятельной работы.</p> <p>Наблюдение за деятельностью обучающихся в процессе освоения образовательной программы. Беседы с руководителями</p>

<p>ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.</p> <p>ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.</p> <p>ОК 6. Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.</p> <p>ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.</p> <p>ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.</p> <p>ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.</p> <p>ПК 1.1. Эксплуатировать подвижной состав железных дорог.</p> <p>ПК 1.2. Производить техническое обслуживание и ремонт подвижного состава железных дорог в соответствии с требованиями технологических процессов.</p> <p>ПК 2.3. Контролировать и оценивать качество выполняемых работ.</p> <p>ПК 3.2. Разрабатывать технологические процессы на ремонт отдельных деталей и узлов подвижного состава железных дорог в соответствии с нормативной документацией.</p>	<p>классификацию передач вращательного движения. Кинематические и силовые соотношения в передаточных механизмах. Формулы для определения передаточного отношения и коэффициента полезного действия многоступенчатой передачи.</p> <p>Устройство и материалы фрикционных передач. Формулы для кинематического и силового расчетов.</p> <p>Устройство и принцип работы, классификацию и сравнительную оценку зубчатых передач. Основные характеристики зубчатого зацепления. Геометрические, кинематические и силовые соотношения зубчатых передач. Основы расчета на контактную прочность и изгиб.</p> <p>Принцип работы, устройство, геометрические и кинематические соотношения червячных передач. Виды разрушений и критерии работоспособности.</p> <p>Геометрические зависимости ременных передач, формулы для расчета передаточного отношения ременной передачи.</p> <p>Основные параметры, кинематику и геометрию цепных передач. Критерии работоспособности.</p> <p>Критерии работоспособности, расчетные формулы для проведения проектировочного расчета валов и осей.</p> <p>Достоинства, недостатки, область применения опор скольжения и качения, материал и смазку подшипников.</p> <p>Назначение, классификацию, устройство муфт.</p>	<p>предприятий производственной практики.</p> <p>Выполнение и защита лабораторных и практических работ. Домашняя работа.</p> <p>Текущий контроль в форме контрольных и тестовых заданий по темам учебной дисциплины.</p> <p>Фронтальный и индивидуальный опрос во время аудиторных занятий</p> <p>Оценка уровня профессионализма обучающихся при выполнении практических и лабораторных работ. Оценка самостоятельной работы.</p> <p>Оценка выполнения лабораторных и практических работ. Текущий контроль в форме тестирования. Контрольный срез. Фронтальный опрос. Оценка самостоятельной работы.</p>
--	---	--

	Назначение, основные параметры, достоинства и недостатки редукторов основных типов.	
<p>ЛР 10 Заботящийся о защите окружающей среды, собственной и чужой безопасности, в том числе цифровой.</p> <p>ЛР 13 Готовность обучающегося соответствовать ожиданиям работодателей: ответственный сотрудник, дисциплинированный, трудолюбивый, нацеленный на достижение поставленных задач, эффективно взаимодействующий с членами команды, сотрудничающий с другими людьми, проектно мыслящий.</p> <p>ЛР 27 Проявляющий способности к непрерывному развитию в области профессиональных компетенций и междисциплинарных знаний.</p> <p>ЛР 30 Осуществляющий поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения различных задач, профессионального и личностного развития.</p>	<p>Проявление экологической культуры, бережного отношения к родной земле, природным богатствам России и мира; демонстрация умений и навыков разумного природопользования, нетерпимого отношения к действиям, приносящим вред экологии;</p> <p>проявление культуры потребления информации, умений и навыков пользования компьютерной техникой, навыков отбора и критического анализа информации, умения ориентироваться в информационном пространстве;</p> <p>-проявление высокопрофессиональной трудовой активности;</p> <p>- конструктивное взаимодействие в учебном коллективе/бригаде;</p> <p>- демонстрация навыков межличностного делового общения, социального имиджа;</p> <p>-демонстрация интереса к будущей профессии;</p> <p>-ответственность за результат учебной деятельности и подготовки к профессиональной деятельности;</p> <p>- проявление культуры потребления информации, умений и навыков пользования компьютерной техникой, навыков отбора и критического анализа информации, умения ориентироваться в информационном пространстве;</p>	<p>Наблюдение за деятельностью обучающихся в процессе освоения образовательной программы.</p> <p>Оценка выполнения лабораторных и практических работ. Оценка Самостоятельной работы.</p> <p>Оценка уровня профессионализма обучающихся при выполнении практических и лабораторных работ. Оценка самостоятельной работы.</p> <p>Оценка уровня профессионализма обучающихся при выполнении практических и лабораторных работ. Оценка самостоятельной работы.</p> <p>Наблюдение за деятельностью обучающихся в процессе освоения образовательной программы.</p> <p>Оценка выполнения лабораторных и практических работ. Оценка Самостоятельной работы.</p>

3. Оценка освоения учебной дисциплины:

3.1. Формы и методы контроля.

Предметом оценки служат умения и знания, предусмотренные ФГОС по дисциплине ОП.02 Техническая механика, направленные на формирование общих и профессиональных компетенций, а также личностных результатов в рамках программы воспитания.

Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических и лабораторных занятий, контрольных работ, а также выполнения обучающимися тестовых и домашних заданий. Промежуточный контроль проводится в форме контрольных работ и итогового опроса: выполнены и зачтены все лабораторные и практические работы; выполнены на положительную оценку контрольные работы. Итоговый контроль в форме экзамена. Студент допущен до экзамена, если выполнены и зачтены лабораторные и практические работы

Контроль и оценка освоения учебной дисциплины по темам (разделам)

Элемент УД	Формы и методы контроля					
	Текущий контроль		Рубежный контроль		Промежуточная аттестация	
	Формы контроля	Проверяемые ОК,ПК, У, З,ЛР	Формы контроля	Проверяемые ОК,ПК, У, З,ЛР	Форма контроля	Проверяемые ОК,ПК, У, З,ЛР
Раздел 1. Статика.			З, КР№ 1	З1, ОК 2, ОК 4, ОК5, ОК 6, ОК 7, ОК8, ЛР10, ЛР13, ЛР27, ЛР30	Э	З1, ОК 2, ОК 4, ОК5, ОК 6, ОК 7, ОК8, ЛР10, ЛР13, ЛР27, ЛР30
Тема 1.1. Основные понятия и аксиомы статики.	УО, СР	З1, ОК 2, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ЛР10, ЛР13, ЛР27, ЛР30				
Тема 1.2. Плоская система сходящихся сил.	УО, ПР№ 1, Т, СР	З1, ОК 2, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ЛР10, ЛР13, ЛР27, ЛР30				
Тема 1.3. Плоская система произвольно расположенных сил.	УО, ПР№ 2, Т, СР	З1, ОК 2, ОК 4, ОК5, ОК 6, ОК 7, ОК8, ЛР10, ЛР13, ЛР27, ЛР30				
Тема 1.4. Центр тяжести.	УО, СР	З1, ОК 2, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ЛР10, ЛР13, ЛР27, ЛР30				
Раздел 2. Кинематика.			З	З2, ОК 2, ОК 4, ОК5, ОК 6, ОК 7, ОК8, ЛР10, ЛР13, ЛР27, ЛР30	Э	З2, ОК 2, ОК 4, ОК5, ОК 6, ОК 7, ОК8, ЛР10, ЛР13, ЛР27, ЛР30
Тема 2.1. Основные понятия кинематики, кинематика точки.	УО, Т, СР	З2, ОК 2, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ЛР10, ЛР13, ЛР27, ЛР30				
Тема 2.2. Кинематика тела.	УО, ПР№3, Т, СР	З2, ОК 2, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ЛР10, ЛР13, ЛР27, ЛР30				

Раздел 3. Динамика.			3	32, ОК 2, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 7, ЛР10, ЛР13, ЛР27, ЛР30	Э	32, ОК 2, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 7, ЛР10, ЛР13, ЛР27, ЛР30
Тема 3.1. Основные понятия и аксономы динамики.	УО, Т, СР	32, ОК 2, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ЛР10, ЛР13, ЛР27, ЛР30				
Тема 3.2. Работа и мощность.	УО, ПРН№4, Т, СР	32, ОК 2, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 7, ЛР10, ЛР13, ЛР27, ЛР30				
Раздел 4. Сопротивление материалов.			КР №2	У1, 32, ОК 2, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ПК 2.3, ЛР10, ЛР13, ЛР27, ЛР30		У1, 32, ОК 2, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ПК 2.3, ЛР10, ЛР13, ЛР27, ЛР30
Тема 4.1. Основные понятия, гипотезы и допущения сопротивления материалов.	УО, Т, СР	У1, 32, ОК 2, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ПК 2.1, ПК 2.3, ЛР10, ЛР13, ЛР27, ЛР30				
Тема 4.2. Растяжение и сжатие.	УО, ЛРН№1, Т, СР	У1, 32, ОК 2, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ПК 2.3, ЛР10, ЛР13, ЛР27, ЛР30				
Тема 4.3. Срез и смятие.	УО, ЛРН№2, Т, СР	У1, 32, ОК 2, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ПК 2.3, ЛР10, ЛР13, ЛР27, ЛР30				
Тема 4.4. Кручение.	УО, ЛРН№3, Т, СР	У1, 32, ОК 2, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ПК 2.3, ЛР10, ЛР13, ЛР27, ЛР30				
Тема 4.5. Изгиб.	УО, ЛРН№4, ПРН№5, Т, СР	У1, 32, ОК 2, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ПК 2.3, ЛР10, ЛР13, ЛР27, ЛР30				
Тема 4.6. Сопротивление усталости.	УО, СР	У1, 32, ОК 2, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ПК 2.3, ЛР10, ЛР13, ЛР27, ЛР30				

Тема 4.7. Прочность при динамических нагрузках.	УО, СР	У1, З2, ОК 2, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ПК 2.3, ЛР10, ЛР13, ЛР27, ЛР30				
Тема 4.8. Устойчивость сжатых стержней.	УО, Т, СР	У1, З2, ОК 2, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 8, ПК 2.3, ЛР10, ЛР13, ЛР27, ЛР30				
Раздел 5. Детали машин.					Э	У2, З3, ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 9, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 2.3, ПК 3.2, ЛР10, ЛР13, ЛР27, ЛР30
Тема 5.1. Основные понятия и определения.	УО, Т, СР	У2, З3, ОК 1 ОК 2, ОК 4, ОК5, ОК 8, ОК 9, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 2.3, ПК 3.2 ЛР10, ЛР13, ЛР27, ЛР30				
Тема 5.2. Соединения деталей. Разъемные и неразъемные соединения.	УО, Т, СР	У2, З3, ОК 1 ОК 2, ОК 4, ОК5, ОК 8, ОК 9, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 2.3, ПК 3.2 ЛР10, ЛР13, ЛР27, ЛР30				
Тема 5.3. Передачи вращательного движения.	УО, Т, СР, ЛР №5, ЛР №6, ЛР №7, ЛР №8	У2, З3, ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6, ОК 7, ОК 9, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 2.3, ПК 3.2, ЛР10, ЛР13, ЛР27, ЛР30				
Тема 5.4. Валы и оси, опоры.	УО, Т, СР	У2, З3, ОК 1 ОК 2, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 2.3, ПК 3.2 ЛР10, ЛР13, ЛР27, ЛР30				
Тема 5.5. Муфты.	УО, Т, СР	У2, З3, ОК 1 ОК 2, ОК 4, ОК 5, ОК 8, ОК 9, ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 2.3, ПК 3.2 ЛР10, ЛР13, ЛР27, ЛР30				

Кодификатор оценочных средств

Функциональный признак оценочного средства (тип контрольного задания)	Код оценочного средства
Устный опрос	УО
Практическая работа № n	ПР № n
Тестирование	Т
Контрольная работа № n	КР № n
Задания для самостоятельной работы - реферат; - доклад; - сообщение; - ЭССЕ.	СР
Разноуровневые задачи и задания (расчётные, графические)	РЗЗ
Рабочая тетрадь	РТ
Проект	П
Деловая игра	ДИ
Кейс-задача	КЗ
Зачёт	З
Дифференцированный зачёт	ДЗ
Экзамен	Э

Задания для оценки освоения дисциплины

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ
СООБЩЕНИЯ» В Г. РТИЩЕВО
(ФИЛИАЛ СамГУПС В Г. РТИЩЕВО)**

Рассмотрено ЦК:

«__» _____ 20__ г.

Председатель _____

Утверждаю:

Зам. директора по уч. работе

«__» _____ 20__ г.

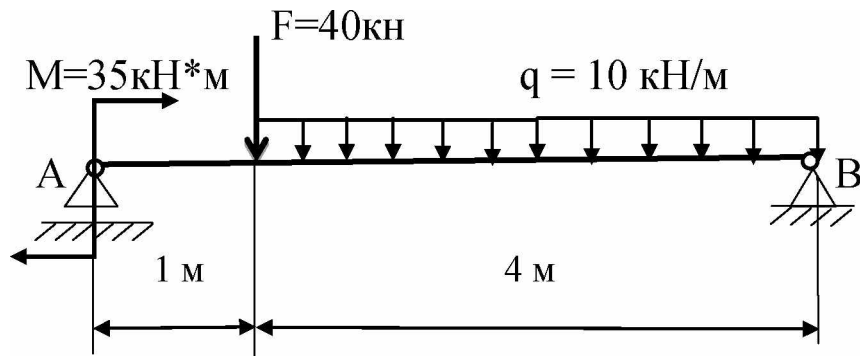
**Комплект заданий
для контрольной работы №1
по дисциплине
ОП. 02. *Техническая механика*
основной профессиональной образовательной программы
по специальности *23.02.06 Техническая эксплуатация
подвижного состава железных дорог*
(Базовая подготовка среднего профессионального
образования)**

Разработал: А.Л. Тишунин

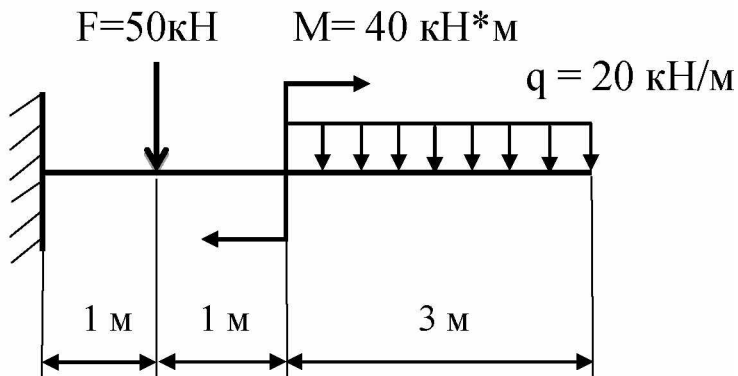
Контрольная работа №1 по разделу «Статика»

Вариант 1.

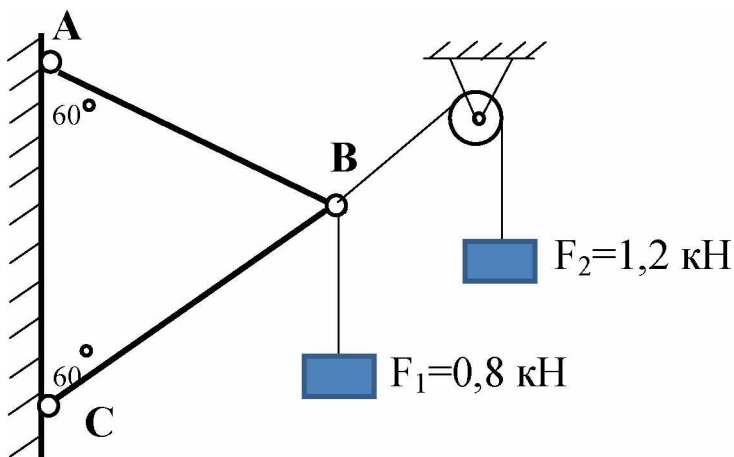
1. Определить реакции опор балки АВ.



2. Определить реакции жесткой заделки.



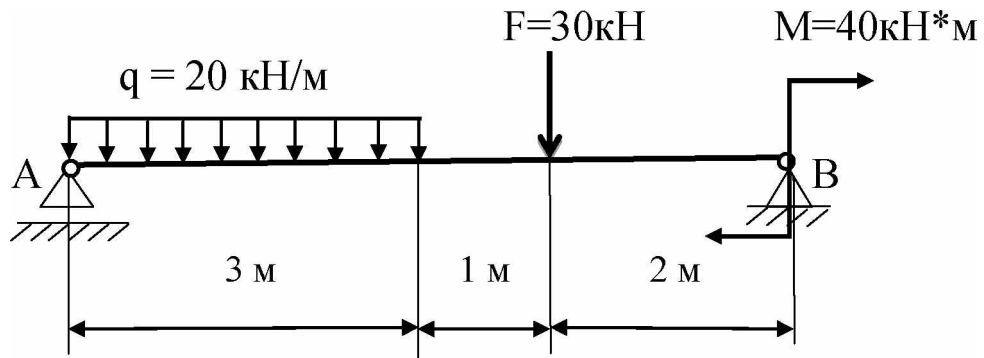
3. Определить усилия в стержнях АВ и СВ.



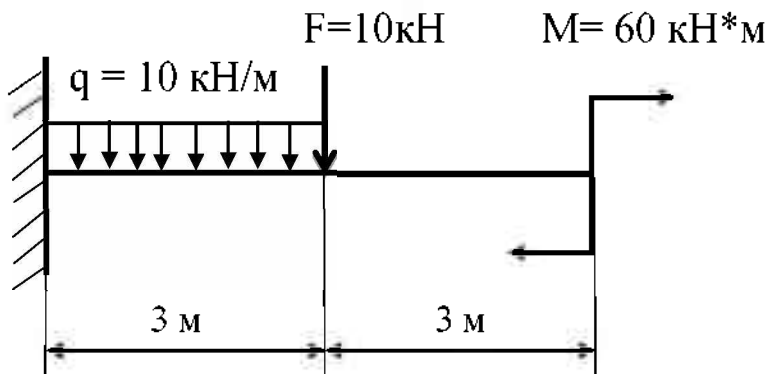
Контрольная работа №1 по разделу «Статика»

Вариант 2.

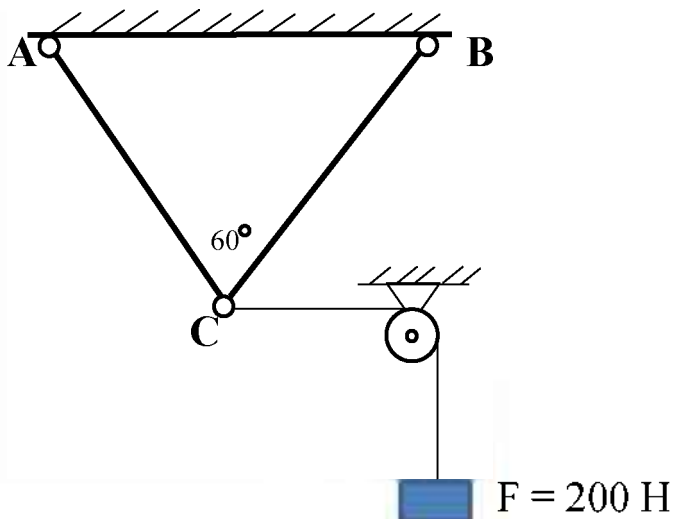
1. Определить реакции опор балки АВ.



2. Определить реакции жесткой заделки.



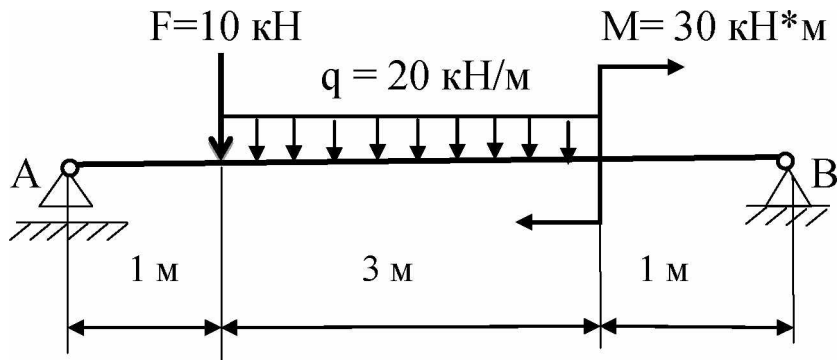
3. Определить усилия в стержнях AC и BC.



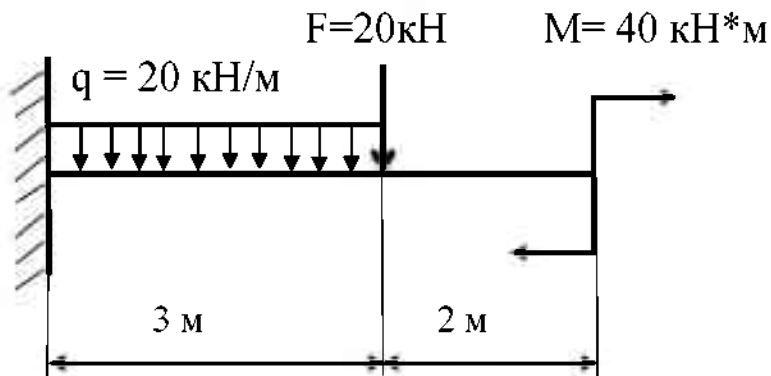
Контрольная работа №1 по разделу «Статика»

Вариант 3.

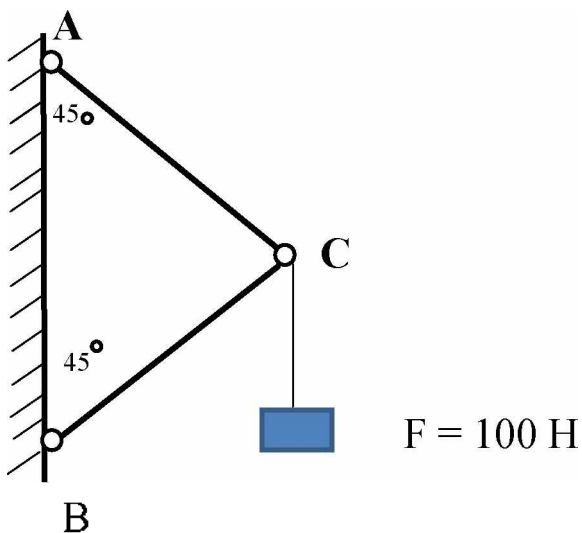
1. Определить реакции опор балки АВ.



2. Определить реакции жесткой заделки.



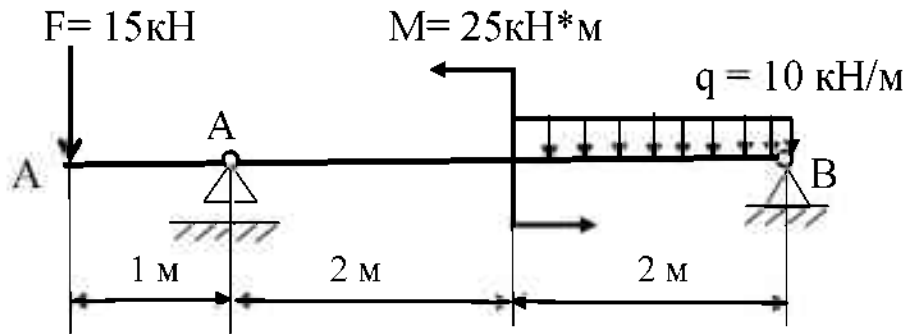
3. Определить усилия в стержнях AC и BC.



Контрольная работа №1 по разделу «Статика»

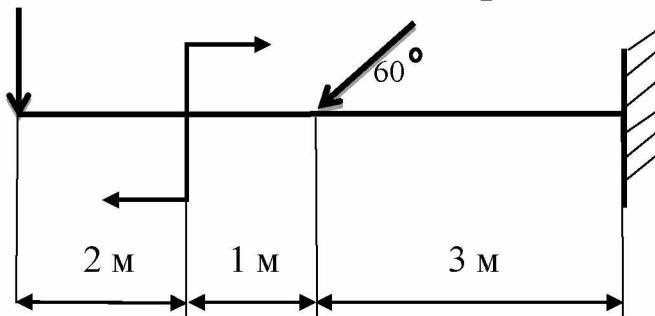
Вариант 4.

1. Определить реакции опор балки АВ.

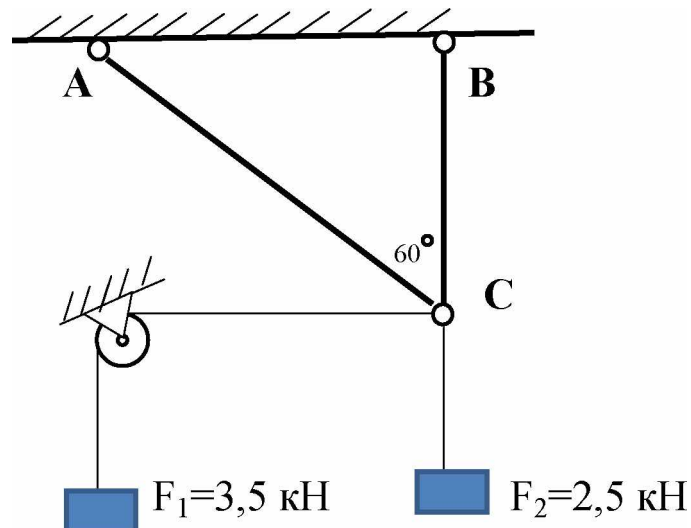


2. Определить реакции жесткой заделки.

$F_1 = 20 \text{ кН}$ $M = 40 \text{ кН}\cdot\text{м}$ $F_2 = 16 \text{ кН}$



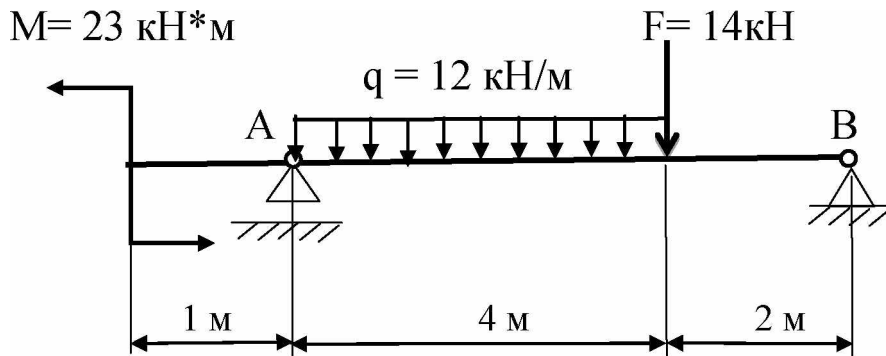
3. Определить усилия в стержнях АС и ВС.



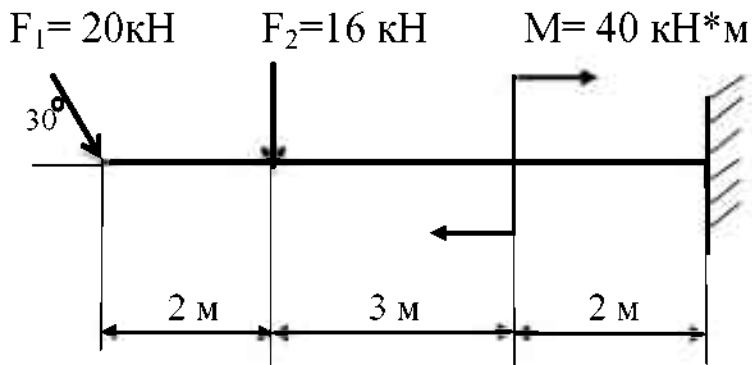
Контрольная работа №1 по разделу «Статика»

Вариант 5.

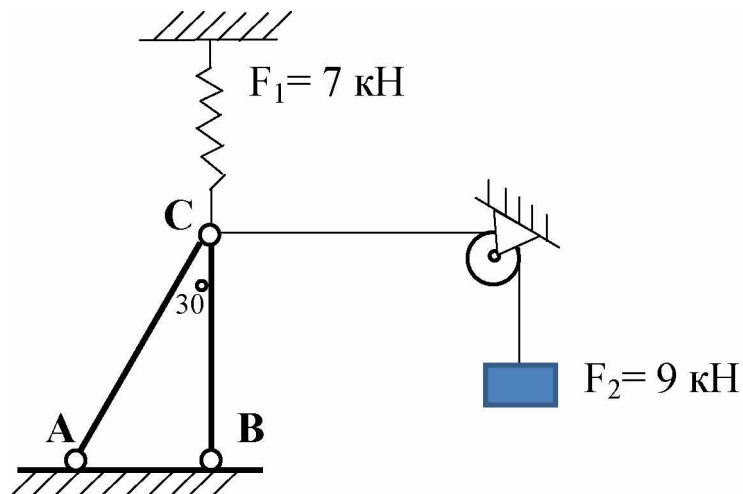
1. Определить реакции опор балки АВ.



2. Определить реакции жесткой заделки.



3. Определить усилия в стержнях AC и BC.



**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ
СООБЩЕНИЯ» В Г. РТИЩЕВО
(ФИЛИАЛ СамГУПС В Г. РТИЩЕВО)**

Рассмотрено ЦК:

«__» _____ 20__ г.

Председатель _____

Утверждаю:

Зам. директора по уч. работе

«__» _____ 20__ г.

**Комплект заданий
для контрольной работы №2
по дисциплине
ОП. 02. *Техническая механика*
основной профессиональной образовательной программы
по специальности *23.02.06 Техническая эксплуатация
подвижного состава железных дорог*
(Базовая подготовка среднего профессионального
образования)**

Разработал: А.Л. Тишунин

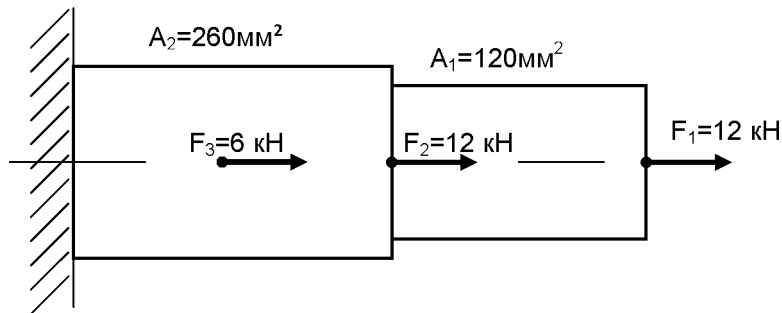
Контрольная работа №2 по разделу «Сопротивление материалов»

Вариант №1

Задача 1.

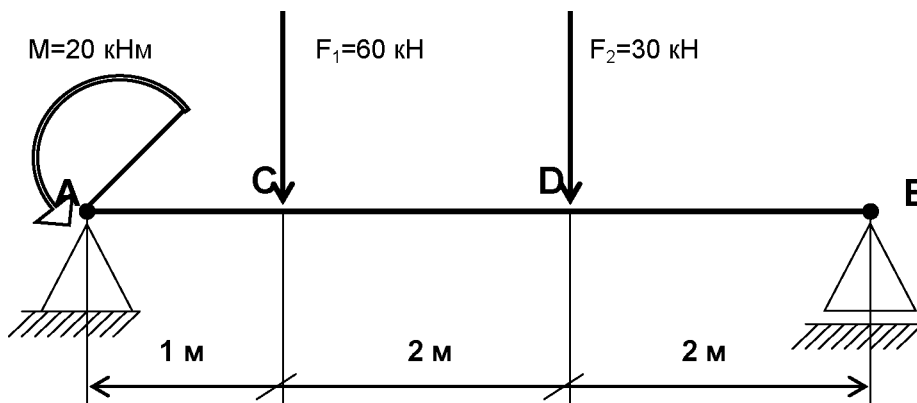
Для заданного стального бруса (сталь Ст. 3 [σ] = 240 МПа) требуется:

- построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений;
- определить коэффициент запаса прочности (n).



Задача 2.

Для заданной двухопорной балки определить опорные реакции и построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.



Задача 3.

Исходя из условия прочности, определить диаметр стального вала для передачи мощности $P = 25$ кВт., при частоте вращения $n = 270$ об/мин. Значение допускаемого напряжения при кручении [τ] = 60 МПа.

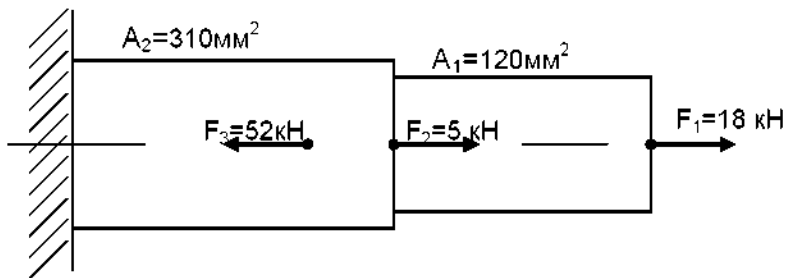
Контрольная работа №2 по разделу «Сопротивление материалов»

Вариант №2

Задача 1.

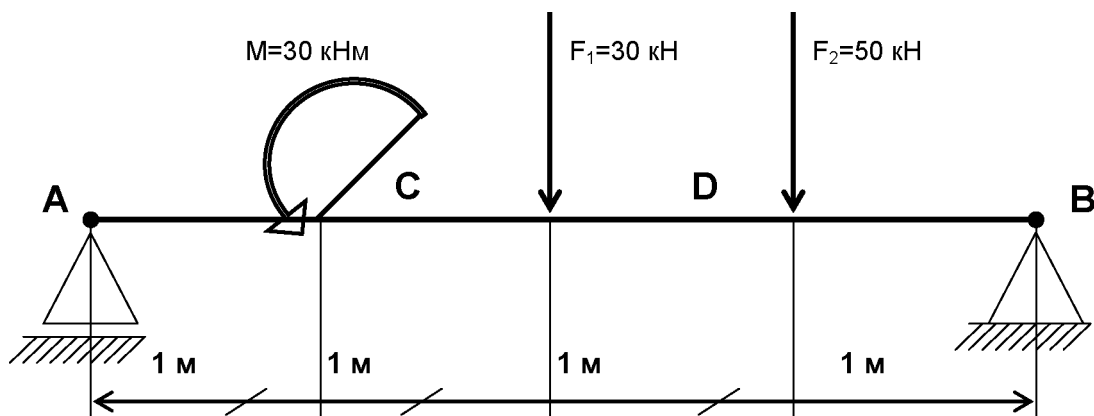
Для заданного стального бруса (сталь Ст. 3 $[\sigma] = 157 \text{ Мпа}$) требуется:

- построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений;
- определить коэффициент запаса прочности (n).



Задача 2.

Для заданной двухопорной балки определить опорные реакции и построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.



Задача 3.

Исходя из условия прочности, определить диаметр стального вала для передачи мощности $P = 30 \text{ кВт}$, при частоте вращения $n = 240 \text{ об/мин}$. Значение допускаемого напряжения при кручении $[\tau] = 50 \text{ Мпа}$.

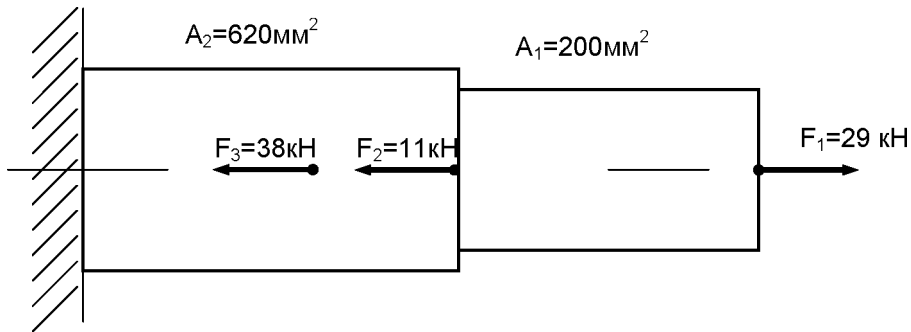
Контрольная работа №2 по разделу «Сопротивление материалов»

Вариант №3

Задача 1.

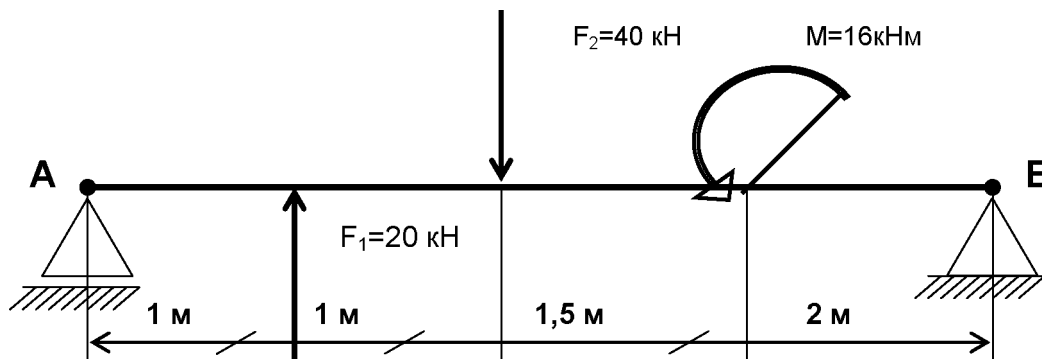
Для заданного стального бруса (сталь Ст. 3 [σ] = 240 МПа) требуется:

- построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений;
- определить коэффициент запаса прочности (n).



Задача 2.

Для заданной двухопорной балки определить опорные реакции и построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.



Задача 3.

Вал диаметром $d = 35 \text{ мм}$. вращается с частотой $n = 450 \text{ об/мин}$. Определить передаваемую им мощность. Допускаемое напряжение при кручении $[\tau] = 35 \text{ МПа}$.

Критерии оценки:

- «5» (отлично) - если студент в полном объеме выполнил все задания, проявив самостоятельность и знания межпредметного характера.
- «4» (хорошо) - если студент выполнил 75 % заданий, и в них содержатся недочеты или одна не грубая ошибка; при ответе на поставленные вопросы имел незначительные замечания и поправки со стороны преподавателя.
- «3» (удовлетворительно) - если студент выполнил задания более чем на 50 % и работа содержит недочеты или две-три негрубые ошибки или две грубые ошибки;
- «2» (неудовлетворительно) - если студент выполнил работу менее чем на 50 % или работа содержит более двух грубых ошибок или не приступил к выполнению работы.

Практическая работа № 1

Тема: Определение равнодействующей плоской системы сходящихся сил.

Цель работы: Научиться определять равнодействующую плоской системы сходящихся сил

Расчетные формулы

Равнодействующая системы сил

$$F_{\Sigma} = \sqrt{F_{\Sigma x}^2 + F_{\Sigma y}^2}; \quad F_{\Sigma x} = \sum_0^n F_{kx}; \quad F_{\Sigma y} = \sum_0^n F_{ky},$$

где $F_{\Sigma x}$, $F_{\Sigma y}$ — проекции равнодействующей на оси координат;
 F_{kx} , F_{ky} — проекции векторов-сил системы на оси координат.

$$\cos \alpha_{\Sigma x} = \frac{F_{\Sigma x}}{F_{\Sigma}},$$

где $\alpha_{\Sigma x}$ — угол равнодействующей с осью Ox .

Условие равновесия

$$\begin{cases} \sum_0^n F_{kx} = 0; \\ \sum_0^n F_{ky} = 0. \end{cases}$$

Если плоская система сходящихся сил находится в равновесии, многоугольник сил должен быть замкнут.

Пример 1. Определение равнодействующей системы сил

Определить равнодействующую плоской системы сходящихся сил аналитическим и геометрическим способами (рис. П1.1). Дано: $F_1 = 10$ кН; $F_2 = 15$ кН; $F_3 = 12$ кН; $F_4 = 8$ кН; $F_5 = 8$ кН;

$\alpha_1 = 30^\circ$; $\alpha_2 = 60^\circ$; $\alpha_3 = 120^\circ$; $\alpha_4 = 180^\circ$; $\alpha_5 = 300^\circ$.

Решение

1. Определить равнодействующую аналитическим способом (рис. П1.1а).

$$\left\{ \begin{array}{l} F_{1x} = 10 \cdot \cos 30^\circ = 8,66 \text{ кН}; \\ F_{2x} = 15 \cdot \cos 60^\circ = 7,5 \text{ кН}; \\ F_{3x} = -12 \cdot \cos 60^\circ = -6 \text{ кН}; \\ F_{4x} = -8 \text{ кН}; \\ F_{5x} = 8 \cdot \cos 60^\circ = 4 \text{ кН}; \end{array} \right\} \begin{array}{l} F_{\Sigma x} = \sum F_{kx}; \\ F_{\Sigma x} = 6,16 \text{ кН}. \end{array}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} F_{1y} = 10 \cdot \cos 60^\circ = 5 \text{ кН}; \\ F_{2y} = 15 \cdot \cos 30^\circ = 12,99 \text{ кН}; \\ F_{3y} = 12 \cdot \cos 30^\circ = 10,4 \text{ кН}; \\ F_{4y} = 0; \\ F_{5y} = -8 \cdot \cos 30^\circ = -6,9 \text{ кН}; \end{array} \right\} \begin{array}{l} F_{\Sigma y} = \sum F_{ky}; \\ F_{\Sigma y} = 21,49 \text{ кН}. \end{array}$$

$$F_{\Sigma} = \sqrt{F_{\Sigma x}^2 + F_{\Sigma y}^2}; \quad F_{\Sigma} = \sqrt{6,16^2 + 21,49^2} = 22,36 \text{ кН};$$

$$\cos \alpha_{\Sigma x} = \frac{F_{\Sigma x}}{F_{\Sigma}}; \quad \cos \alpha_{\Sigma x} = \frac{6,16}{22,36} = 0,2755; \quad \alpha_{\Sigma x} = 74^\circ.$$

2. Определить равнодействующую графическим способом.

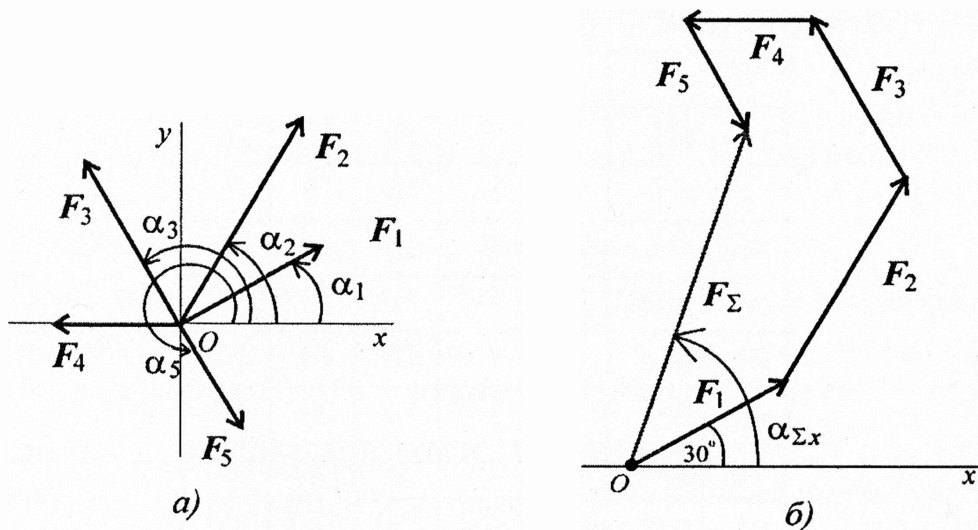


Рис. П1.1

С помощью транспортира в масштабе $2 \text{ мм} = 1 \text{ кН}$ строим многоугольник сил (рис. П1.1б). Измерением определяем модуль равнодействующей силы и угол наклона ее к оси Ox .

$$F_{\Sigma \text{гр}} \cong 22 \text{ кН}; \quad \alpha_{\Sigma x} = 73^\circ.$$

Результаты расчетов не должны отличаться более чем на 5%:

$$\frac{F_{\Sigma \text{ан}} - F_{\Sigma \text{гр}}}{F_{\Sigma \text{ан}}} \cdot 100\% \leq 5\%.$$

Расчетно-графическая работа 1

Определение равнодействующей плоской системы стоящих сил аналитическим и геометрическим способами

Задание. Используя схему рис. П1.1а, определить равнодействующую системы сил.

Параметр	Вариант				
	1	2	3	4	5
F_1 , кН	12	8	20	3	6
F_2 , кН	8	12	5	6	12
F_3 , кН	6	2	10	12	15
F_4 , кН	4	10	15	15	3
F_5 , кН	10	6	10	9	18
α_1 , град	30	0	0	15	0
α_2 , град	45	45	60	45	15
α_3 , град	0	75	75	60	45
α_4 , град	60	30	150	120	150
α_5 , град	300	270	210	270	300

При защите работы ответить на вопросы тестового задания.

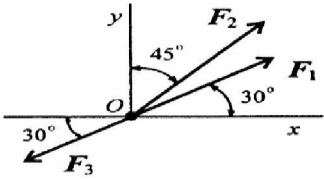
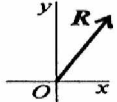
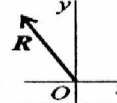
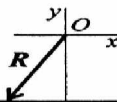
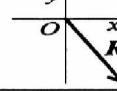
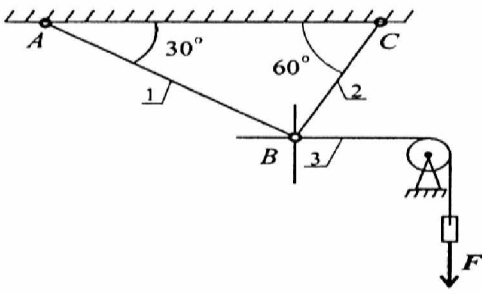
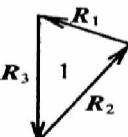
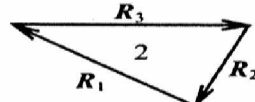
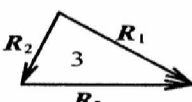
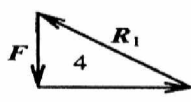
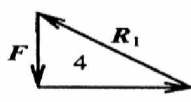
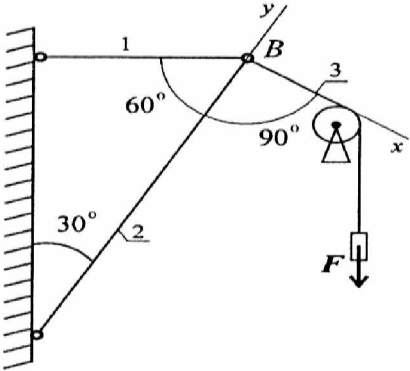
Литература.

Основные источники:

1. Техническая механика: учебник / Л. Н. Гудимова, Ю. А. Епифанцев, Э. Я. Живаго, А. В. Макаров; под редакцией Э. Я. Живаго. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-4498-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/131016/#1>
2. Сербин Е.П. Техническая механика. учебник / Сербин Е.П. — Москва : КноРус, 2019. — 399 с. — (СПО). : <https://book.ru/book/931903>

Дополнительные источники:

1. Бабичева И.В. Техническая механика. СПО: учебное пособие / Бабичева И.В. — Москва : Русайнс, 2019. — 101 с.: <https://www.book.ru/book/932994>
2. А.М. Лукьянов, М.А. Лукьянов. Техническая механика. ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014 г.

Вопросы	Ответы	Код
<p>1. Определить проекции равнодействующей на ось Ox при $F_1 = 10$ кН; $F_2 = 20$ кН; $F_3 = 30$ кН.</p> 	$R_x = 4,99$ кН	1
	$R_x = 7,89$ кН	2
	$R_x = -3,18$ кН	3
	$R_x = 6,55$ кН	4
<p>2. Определить величину равнодействующей силы по ее известным проекциям: $R_x = 15$ кН; $R_y = 8,66$ кН.</p>	23,66 кН	1
	17,32 кН	2
	9,50 кН	3
	8,50 кН	4
<p>3. Как направлен вектор равнодействующей системы сил, если известно, что $R_x = -4$ кН; $R_y = 12$ кН?</p>		1
		2
		3
		4
<p>4. Груз находится в равновесии. Указать, какой из треугольников для шарнира B построен верно.</p> 		1
		2
	 	3
		4
<p>5. Груз F находится в равновесии. Указать, какая система уравнений равновесия для точки B верна.</p> 	$\sum_0^n F_{kx} = R_3 - R_1 \cos 30^\circ = 0$ $\sum_0^n F_{ky} = R_2 - R_1 \cos 60^\circ = 0$	1
	$\sum_0^n F_{kx} = R_3 - R_1 \cos 60^\circ = 0$ $\sum_0^n F_{ky} = R_2 - R_1 \cos 30^\circ = 0$	2
	$\sum_0^n F_{kx} = R_3 - R_1 \cos 30^\circ + R_2 \cos 90^\circ = 0$ $\sum_0^n F_{ky} = -R_2 + R_1 \cos 60^\circ = 0$	3
	Верный ответ не приведен	4

Практическая работа № 2

Тема: Определение реакций опор балки.

Цель работы: Научиться определять реакции опор балочных систем.

Основные формулы и предпосылки расчета

Виды опор балок и их реакции (рис. П2.1)

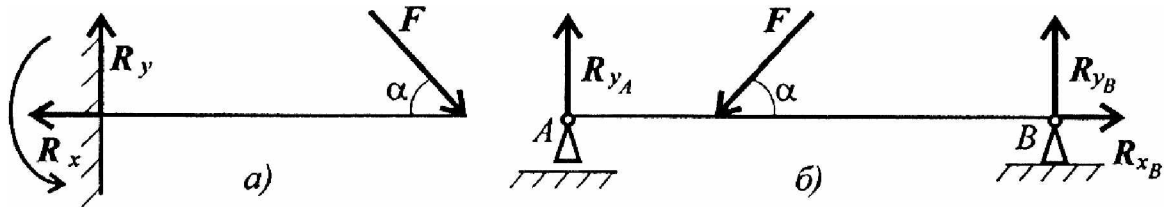


Рис. П2.1

Моменты пары сил и силы относительно точки (рис. П2.2)

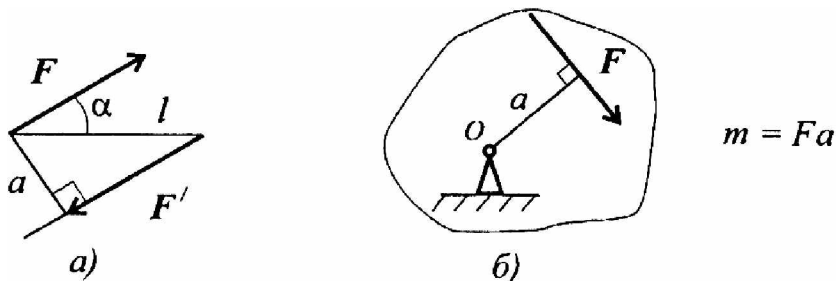


Рис. П2.2

Главный вектор

$$F_{\text{гл}} = \sqrt{\left(\sum_0^n F_{kx}\right)^2 + \left(\sum_0^n F_{ky}\right)^2}$$

Главный момент

$$M_{\text{гло}} = \sum_0^n m_{kO}$$

Условия равновесия

$$1. \sum_0^n F_{kx} = 0; \quad \sum_0^n F_{ky} = 0; \quad \sum_0^n m(F_k)_A = 0.$$

$$\text{Проверка: } \sum_0^n m(F_k)_B = 0.$$

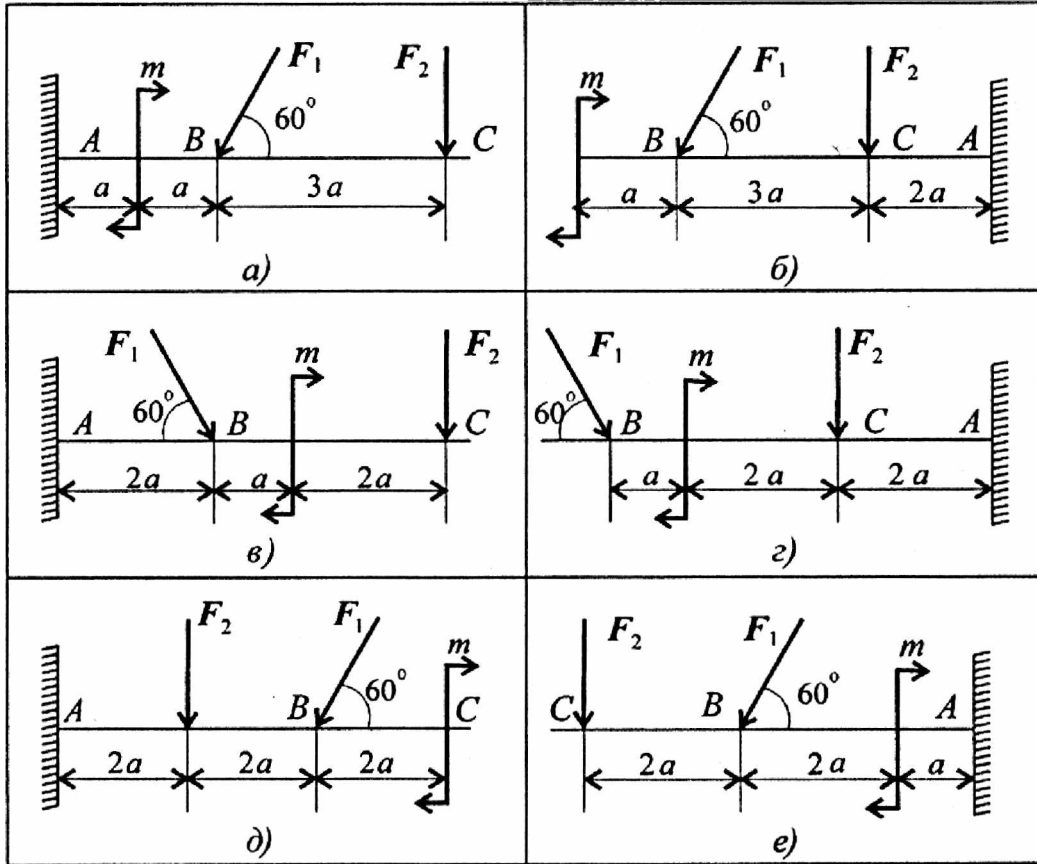
$$2. \sum_0^n F_{kx} = 0; \quad \sum_0^n m(F_k)_A = 0; \quad \sum_0^n m(F_k)_B = 0.$$

$$\text{Проверка: } \sum_0^n F_{ky} = 0.$$

Расчетно-графическая работа 1

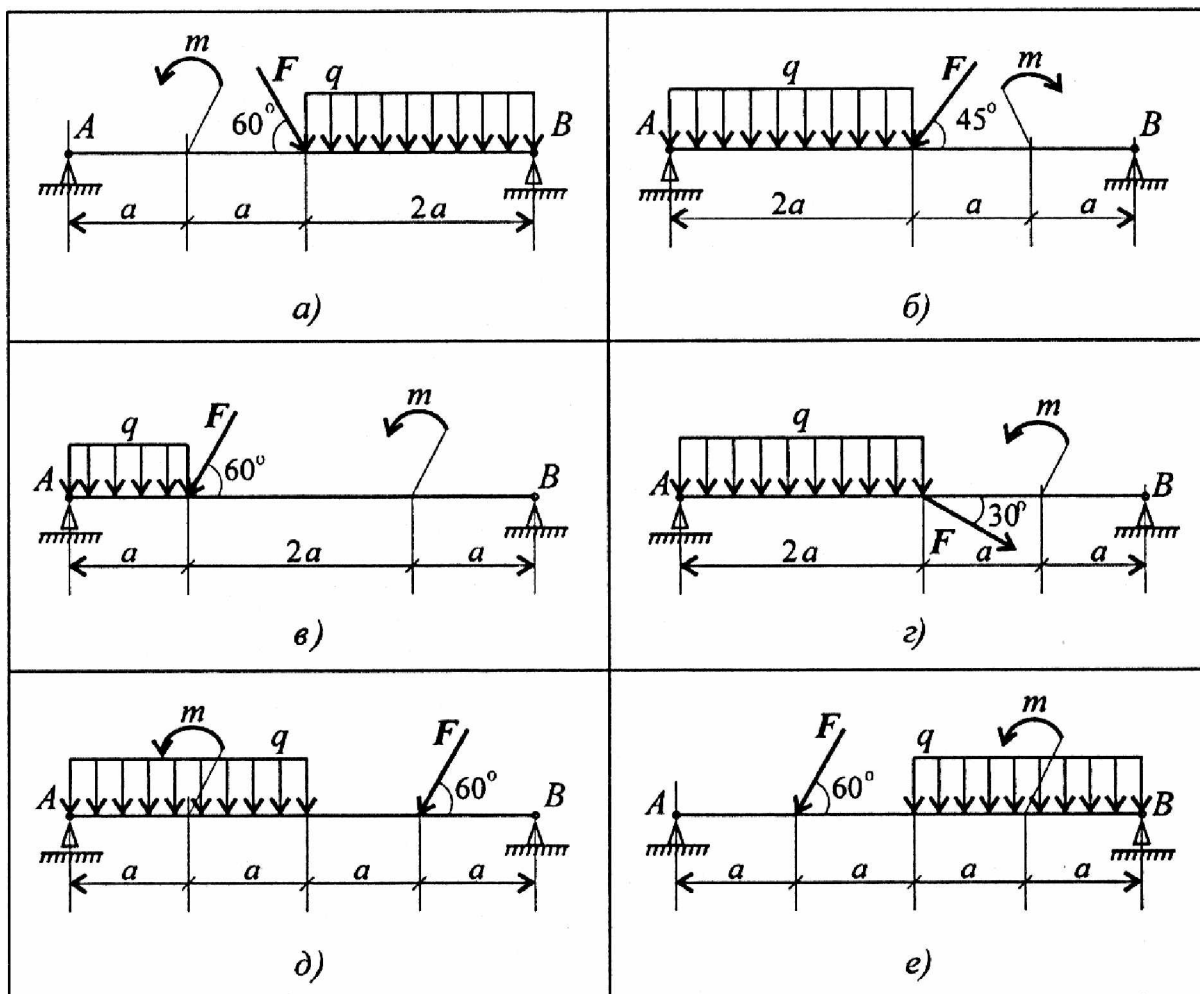
Определение реакций в опорах балочных систем под действием сосредоточенных сил и пар сил

Задание 1. Определить величины реакций в опоре зашечленной балки. Провести проверку правильности решения.



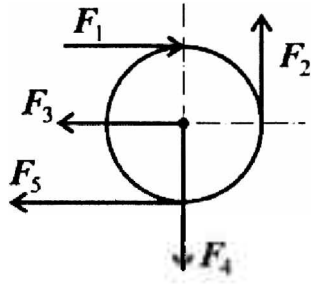
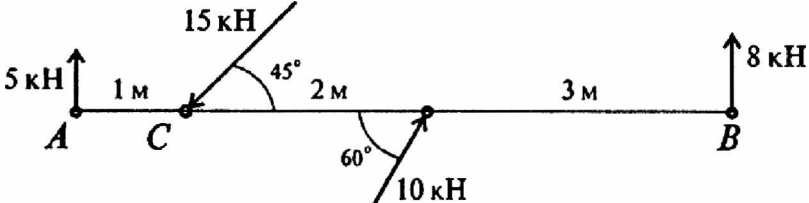
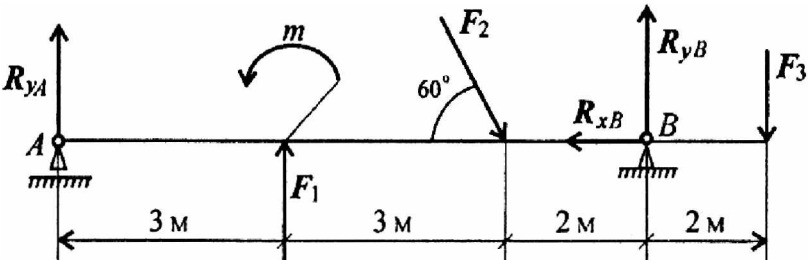
Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F_1 , кН	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
F_2 , кН	4,4	4,8	7,8	8,4	12	12,8	17	18	22,8	24
m , кН·м	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
a , м	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6

Задание 2. Определить величины реакций в шарнирных опорах балки. Провести проверку правильности решения.



Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F , кН	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
q , кН/м	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4
m , кН·м	15	25	35	45	55	45	35	25	15	5
a , м	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6

При защите работ ответить на вопросы карт с тестовыми заданиями.

Вопросы	Ответы	Код
<p>1. Найти главный вектор системы сил, если:</p> <p>$F_1 = 2 \text{ кН}$, $F_2 = 3 \text{ кН}$, $F_3 = 5 \text{ кН}$, $F_4 = F_5 = 8 \text{ кН}$; диаметр колеса $0,8 \text{ м}$.</p>	5 кН	1
	11 кН	2
	12 кН	3
	16 кН	4
<p>2. Найдите главный момент системы. Центр приведения находится в точке C.</p>	49,14 кН·м	1
	52,32 кН·м	2
	54,14 кН·м	3
	64,14 кН·м	4
<p>3. Приводится уравнение равновесия для определения реакции в опоре A. Определите, какого члена уравнения не хватает:</p> $R_{yA} \cdot 8 + F_1 \cdot 5 - m + F_3 \cdot 1 + \dots = 0.$	$F_2 \cos 60^\circ$	1
	$F_2 \cos 30^\circ$	2
	$-F_2 \sin 60^\circ$	3
	$-F_2 \cdot 2 \sin 60^\circ$	4

Продолжение		
В о п р о с ы	О т в е т ы	К о д
4. Найти главный вектор системы сил.	2 кН	1
	4 кН	2
	6 кН	3
	8 кН	4
	7 кН·м	1
5. Определите алгебраическую сумму моментов относительно точки B.	25 кН·м	2
	42,3 кН·м	3
	68,3 кН·м	4

Литература.

Основные источники:

1. Техническая механика: учебник / Л. Н. Гудимова, Ю. А. Епифанцев, Э. Я. Живаго, А. В. Макаров; под редакцией Э. Я. Живаго. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-4498-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/131016/#1>
2. Сербин Е.П. Техническая механика. учебник / Сербин Е.П. — Москва : КноРус, 2019. — 399 с. — (СПО). : <https://book.ru/book/931903>

Дополнительные источники:

1. Бабичева И.В. Техническая механика. СПО: учебное пособие / Бабичева И.В. — Москва : Русайнс, 2019. — 101 с.: <https://www.book.ru/book/932994>
2. А.М. Лукьянов, М.А. Лукьянов. Техническая механика. ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014 г.

Практическая работа № 3 (часть 1).

Тема: Определение параметров поступательного движения тела.

Цель работы: Научиться рассчитывать параметры поступательного движения тела.

Расчетные формулы для определения параметров поступательного движения тела

Все точки тела движутся одинаково.

Закон равномерного движения: $S = S_0 + vt$.

Закон равнопеременного движения: $S = S_0 + v_0t + \frac{a_t t^2}{2}$.

Здесь S_0 — путь, пройденный до начала отсчета, м;

v_0 — начальная скорость движения, м/с;

a_t — постоянное касательное ускорение, м/с²

Скорость: $v = S'$; $v = v_0 + a_t t$.

Ускорение: $a_t = v'$.

Закон неравномерного движения: $S = f(t^3)$.

Кинематические графики поступательного движения представлены на рис. П4.1.

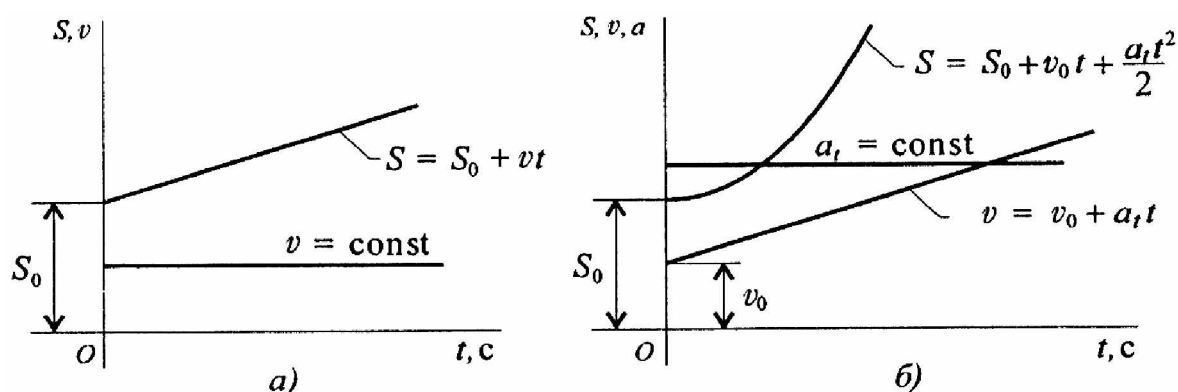


Рис. П4.1

Рекомендации для решения расчетно – графической работы

1. Подставив заданные коэффициенты в общее уравнение движения, определить вид движения.
2. Определить уравнение скорости и ускорения груза.

Задание 2. Движение груза A задано уравнением $y = at^2 + bt + c$, где $[y] = \text{м}$, $[t] = \text{с}$. Определить скорость и ускорение груза в моменты времени t_1 и t_2 , а также скорость и ускорение точки B на ободе барабана лебедки (рис. П4.4).

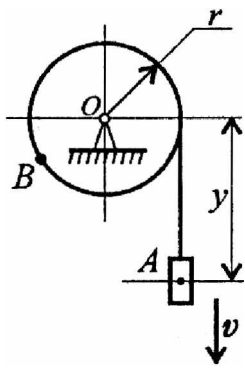


Рис. П4.4

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$a, \text{ м/с}^2$	2	0	3	0	3	3	2	0	4	0
$b, \text{ м/с}$	0	3	4	2	0	4	0	3	4	2
$c, \text{ м}$	3	4	0	5	2	0	4	2	0	3
$r, \text{ м}$	0,2	0,4	0,6	0,8	0,5	0,4	0,3	0,2	0,8	0,6
$t_1, \text{ с}$	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
$t_2, \text{ с}$	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4

Практическая работа № 3 (часть 2)

Тема: Определение параметров вращательного движения тела.

Цель работы: Научиться рассчитывать параметры вращательного движения тела.

Расчетные формулы для определения параметров вращательного движения

Точки тела движутся по окружностям вокруг неподвижной оси (оси вращения).

Закон равномерного вращательного движения: $\varphi = \varphi_0 + \omega t$.

Закон равнопеременного вращательного движения:

$$\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2}.$$

Закон неравномерного вращательного движения: $\varphi = f(t^3)$.

Здесь φ — угол поворота тела за время t , рад;

ω — угловая скорость, рад/с;

φ_0 — угол поворота, на который развернулось тело до начала отсчета;

ω_0 — начальная угловая скорость;

ε — угловое ускорение, рад/с²;

Угловая скорость: $\omega = \varphi'$; $\omega = \omega_0 + \varepsilon t$;

Угловое ускорение: $\varepsilon = \omega'$.

Кинематические графики вращательного движения представлены на рис. П4.2.

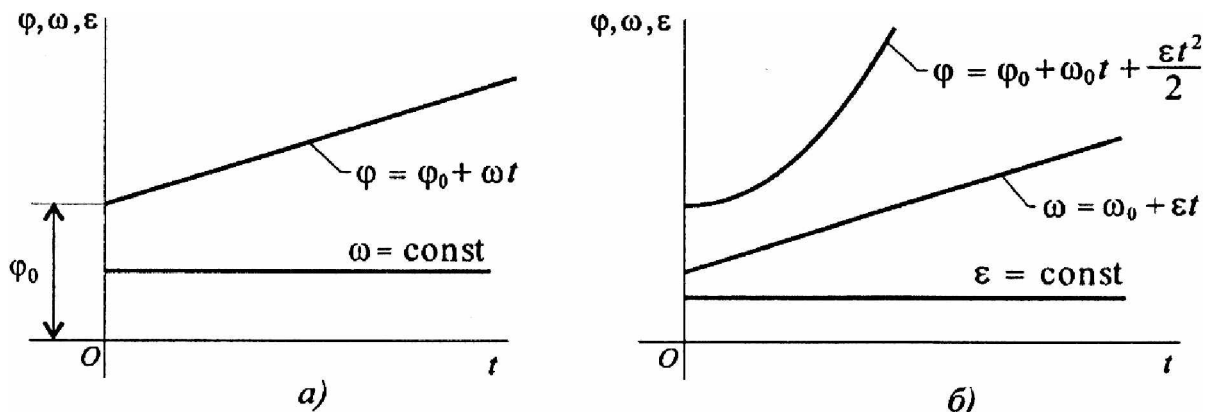


Рис. П4.2

Число оборотов вращения тела: $z = \varphi / (2\pi)$.

Угловая частота вращения: n , об/мин.

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{\pi n}{30}$$

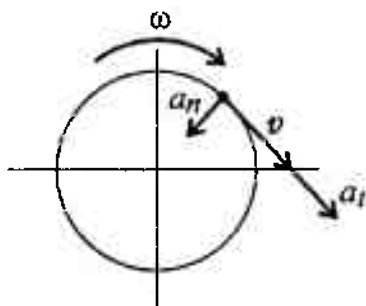


Рис П4.3

Параметры движения точки вращающегося тела (рис. П4.3):

v — линейная скорость точки A :

$$v = \omega r, \text{ м/с};$$

a_t — касательное ускорение точки A :

$$a_t = \varepsilon r, \text{ м/с}^2;$$

a_n — нормальное ускорение точки A :

$$a_n = \omega^2 r, \text{ м/с}^2.$$

Рекомендации для решения задач расчетно-графической работы

Задание 1

1. Определить вид движения на каждом участке по приведенному кинематическому графику.

2. Записать законы движения шкива на каждом участке. Параметры движения в конце каждого участка являются начальными параметрами движения на каждом последующем.

3. Определить полный угол поворота шкива за время вращения. Использовать формулу для перехода от угловой частоты вращения к угловому ускорению.

4. Определить полное число оборотов шкива, используя формулу

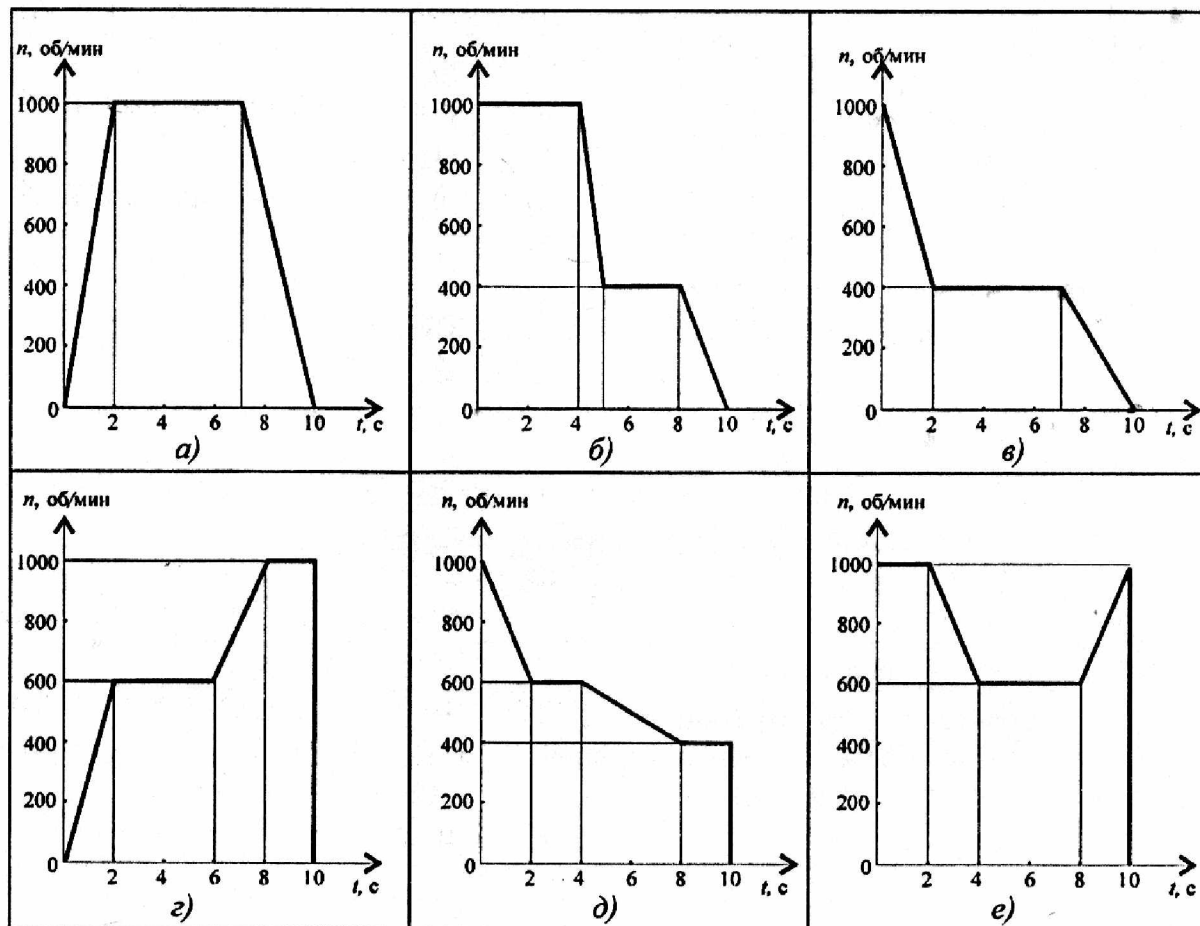
$$z = \frac{\varphi}{2\pi}.$$

5. Построить графики угловых перемещений и угловых ускорений.

6. Определить нормальное и касательное ускорения точки на ободе шкива в указанные моменты времени.

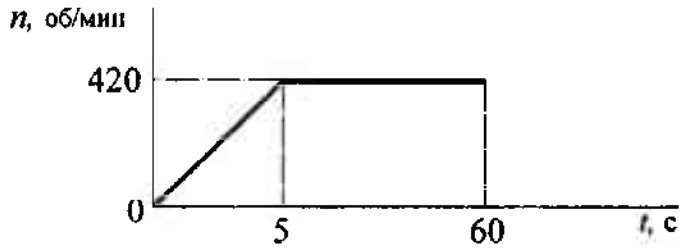
Расчетно-графическая работа

Задание 1. Частота вращения шкива диаметром d меняется согласно графику. Определить полное число оборотов шкива за время движения и среднюю угловую скорость за это же время. Построить график угловых перемещений и угловых ускорений шкива. Определить ускорения точек обода колеса в моменты времени t_1 и t_2 .



Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Диаметр шкива, м	0,2	0,3	0,4	0,6	0,5	0,8	0,2	0,6	0,5	0,8
t_1 , с	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1
t_2 , с	8	9	8	9	8	6	9	8	9	6

При защите работы ответить на вопросы тестового задания

Вопросы	Ответы	Код
1. По заданному закону вращения вала $\varphi = 0,25t^3 + 4t$ определить вид движения (φ — в радианах; t — в секундах).	Равномерное	1
	Равноускоренное	2
	Равнозамедленное	3
	Переменное	4
2. Закон вращательного движения колеса $\varphi = 4t - 0,25t^2$. Определить время до полной остановки.	6 с	1
	8 с	2
	10 с	3
	12 с	4
3. Определить число оборотов до полной остановки колеса. Движение описано в вопросе 2.	0	1
	1,25 оборотов	2
	2,55 оборотов	3
	3,65 оборотов	4
4. Колесо вращается с угловой скоростью 52 рад/с. Радиус колеса 45 мм. Определить полное ускорение точек на ободе колеса.	71,7 м/с ²	1
	101,6 м/с ²	2
	121,7 м/с ²	3
	173,7 м/с ²	4
5. Частота вращения вала меняется согласно графику. Определить полное число оборотов за время движения. 	2530 рад	1
	385,4	2
	402,9	3
	2420 рад	4

Литература.

Основные источники:

1. Техническая механика: учебник / Л. Н. Гудимова, Ю. А. Епифанцев, Э. Я. Живаго, А. В. Макаров; под редакцией Э. Я. Живаго. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-4498-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/131016/#1>
2. Сербин Е.П. Техническая механика. учебник / Сербин Е.П. — Москва : КноРус, 2019. — 399 с. — (СПО). : <https://book.ru/book/931903>

Дополнительные источники:

1. Бабичева И.В. Техническая механика. СПО: учебное пособие / Бабичева И.В. — Москва : Русайнс, 2019. — 101 с.: <https://www.book.ru/book/932994>

Практическая работа № 4

Тема: Определение потребной мощности электродвигателя.

Цель работы: Научиться рассчитывать мощность с учетом потерь на трение и сил инерции.

Расчетные формулы

Мощность при поступательном движении

$$P = Fv \cos \alpha,$$

где F — постоянная сила, Н; v — скорость движения, м/с; α — угол между направлениями силы и перемещения.

Мощность при вращении

$$P = M\omega,$$

где M — вращающий момент, Н·м; ω — угловая скорость, рад/с.

Коэффициент полезного действия

$$\text{КПД} = \frac{P_{\text{пол}}}{P_{\text{затр}}},$$

где $P_{\text{пол}}$ — полезная мощность, Вт; $P_{\text{затр}}$ — затраченная мощность, Вт.

Сила инерции

$$F_{\text{ин}} = -ma,$$

где a — ускорение точки, м/с²; m — масса, кг.

Основные уравнения динамики

Поступательное движение твердого тела: $F = ma$.

Вращательное движение твердого тела: $M_z = J\varepsilon$,

где M_z — суммарный момент внешних сил относительно оси вращения, Н·м; J — момент инерции относительно оси вращения, кг·м²; ε — угловое ускорение, рад/с².

Рекомендации по выполнению задания.

1. Используя принцип Даламбера, определить натяжение каната кабины лифта на каждом участке движения (Лекция 14, пример 3).

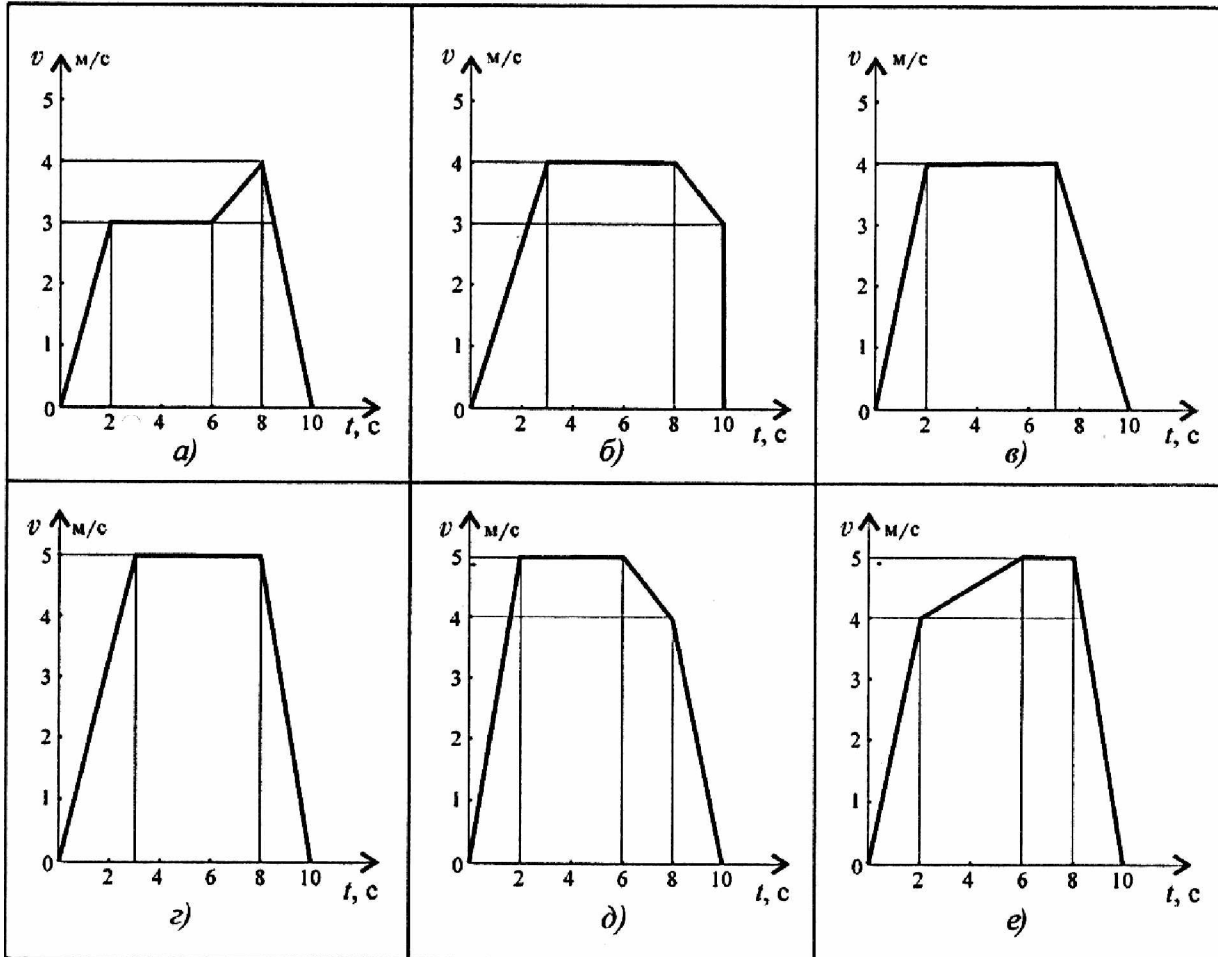
2. Определить максимальное натяжение каната.

3. По максимальному натяжению каната определить максимальную потребную мощность для подъема груза.

4. По заданной величине КПД механизма определить максимальную мощность двигателя.

Расчетно-графическая работа

Задание 1. Скорость кабины лифта массой m изменяется согласно графикам. Определить величину натяжения каната, на котором подвешен лифт, при подъеме и опускании. По максимальной величине натяжения каната определить требуемую мощность электродвигателя.



Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Масса m , кг	500	700	750	800	600	800	600	450	900	850
КПД механизма	0,8	0,75	0,8	0,75	0,8	0,75	0,8	0,75	0,8	0,75

При защите работы ответить на вопросы тестового задания.

**Темы 1.14 и 1.15. Динамика. Работа и мощность.
Общие теоремы динамики**

В о п р о с ы	О т в е т ы	К о д
1. Лебедкой поднимают груз массой 300 кг со скоростью 0,5 м/с. Мощность двигателя 2 кВт. Определить общий КПД механизма.	0,079	1
	0,935	2
	0,625	3
	0,736	4
2. Определить величину тормозной силы, если за 4 с его скорость упала с 12 м/с до 4 м/с. Сила тяжести — 104 Н.	5,2 Н	1
	15,9 Н	2
	10,6 Н	3
	21,2 Н	4
3. Чему равна работа сил, приложенных к прямолинейно движущемуся телу, если его скорость увеличилась с 15 м/с до 25 м/с. Масса тела 1000 кг.	11,25 кДж	1
	20 кДж	2
	75 кДж	3
	112,5 кДж	4
4. Сплошной однородный цилиндр массой m вращается относительно своей продольной оси. От чего зависит значение момента инерции цилиндра?	Только от r	1
	От m и r	2
	От l и m	3
	От l , m и r	4
5. Под действием вращающего момента $M = 200 \text{ Н} \cdot \text{м}$ колесо вращается равноускоренно из состояния покоя и за 4 с его скорость достигла 320 об/мин. Определить момент инерции колеса.	$23,8 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$	1
	$48 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$	2
	$96 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$	3
	$108 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$	4

Основная литература:

Основные источники:

1. Техническая механика: учебник / Л. Н. Гудимова, Ю. А. Епифанцев, Э. Я. Живаго, А. В. Макаров; под редакцией Э. Я. Живаго. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-4498-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/131016/#1>
2. Сербин Е.П. Техническая механика. учебник / Сербин Е.П. — Москва : КноРус, 2019. — 399 с. — (СПО). : <https://book.ru/book/931903>

Дополнительные источники:

1. Бабичева И.В. Техническая механика. СПО: учебное пособие / Бабичева И.В. — Москва : Русайнс, 2019. — 101 с.: <https://www.book.ru/book/932994>
2. А.М. Лукьянов, М.А. Лукьянов. Техническая механика. ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014 г.

Практическая работа №5.

Тема: Расчет бруса круглого поперечного сечения при сочетании основных деформаций.

Цель работы: Научиться рассчитывать брус при одновременном действии изгиба и кручения.

Основные положения и расчетные формулы

Геометрические характеристики круга и кольца

Круг (рис. П10.1)

$$J_p = \frac{\pi d^4}{32} \approx 0,1d^4.$$

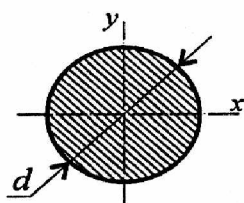


Рис. П10.1

Кольцо (рис. П10.2)

$$J_p = \frac{\pi d^4}{32} (1 - c^4); \quad c = \frac{d_{\text{вн}}}{d}.$$

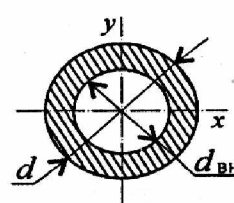


Рис. П10.2

$$J_x = J_y = \frac{\pi d^4}{64}.$$

$$J_x = J_y = \frac{\pi d^4}{64} (1 - c^4).$$

Моменты сопротивления:

круг: $W_x = W_y = \frac{\pi d^3}{32} \approx 0,1d^3;$

кольцо: $W_x = W_y = \frac{\pi d^3}{32} (1 - c^4) \approx 0,1d^3 (1 - c^4);$

Площади сечений:

круг: $A = \frac{\pi d^2}{4};$ кольцо: $A = \frac{\pi}{4} (d^2 - d_{\text{вн}}^2).$

Условие прочности при совместном действии изгиба и кручения:

$$\sigma_{\text{экв}} = \frac{M_{\text{экв}}}{W_x} \leq [\sigma].$$

Эквивалентные моменты:

— при расчете по гипотезе максимальных касательных напряжений:

$$M_{\text{экв III}} = \sqrt{M_{\text{н}}^2 + M_{\text{к}}^2};$$

— при расчете по энергетической гипотезе формоизменения:

$$M_{\text{экв V}} = \sqrt{M_{\text{н}}^2 + 0,75M_{\text{к}}^2}.$$

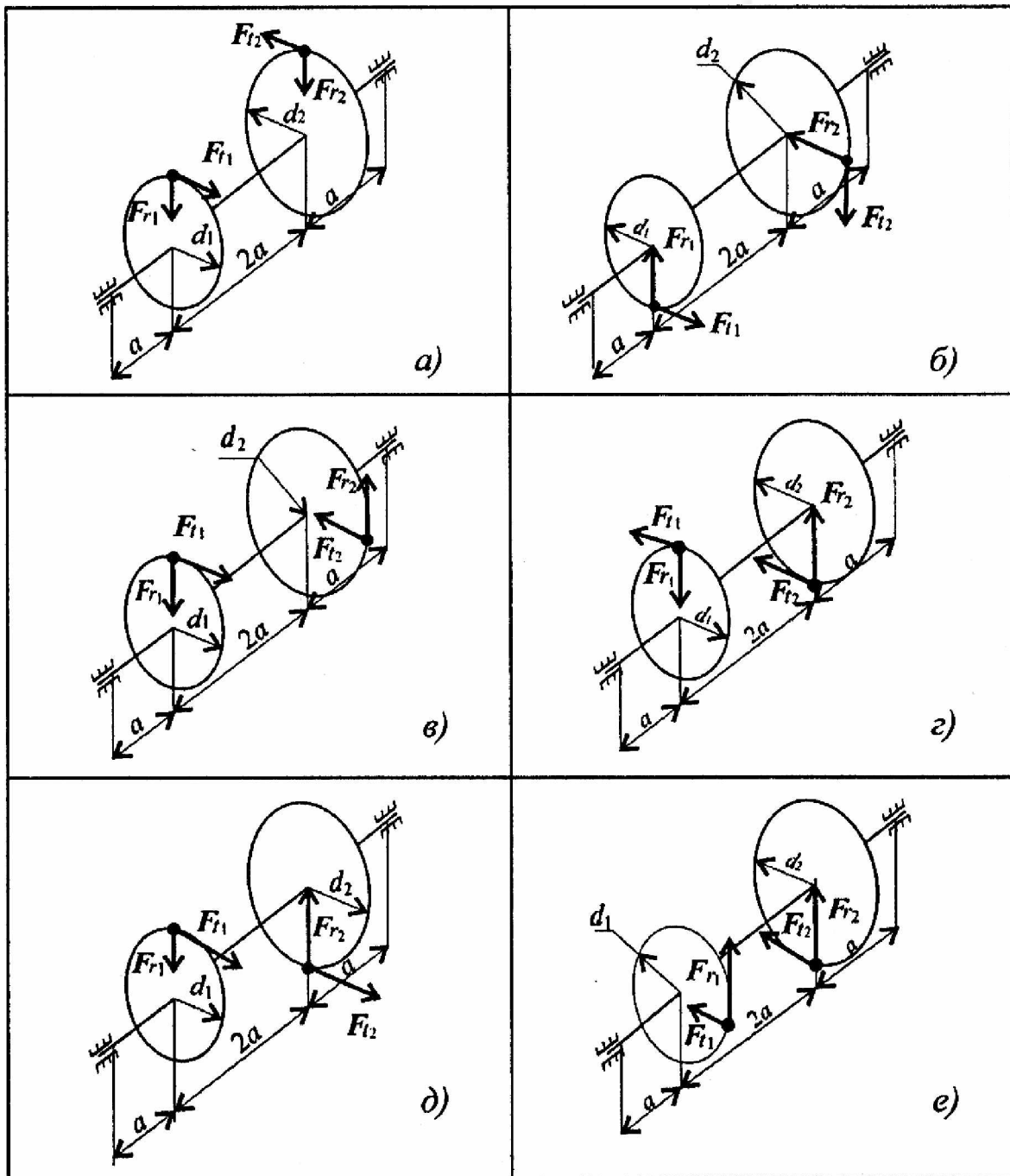
Упражнение. В опасном сечении вала действуют изгибающие моменты $M_x = 40$ кН·м и $M_y = 50$ кН·м и крутящий момент $M_k = 100$ кН·м. Материал вала — сталь, допускаемое напряжение $[\sigma] = 100$ МПа. Определить необходимые размеры вала круглого и кольцевого сечения при $c = 0,6$. Расчет провести по теории максимальных касательных напряжений.

Порядок расчета:

1. Определить суммарный изгибающий момент в сечении.
2. Определить эквивалентный момент в сечении.
3. Из условия прочности определить необходимый момент сопротивления с сечения.
4. Определить необходимый диаметр вала круглого сечения.
5. Определить необходимые внешний и внутренний диаметры кольцевого сечения.
6. Сравнить полученные результаты по полученным площадям поперечных сечений.

Расчетно-графическая работа

Для промежуточного вала редуктора, передающего мощность P при угловой скорости ω , определить вертикальную и горизонтальную составляющие реакций подшипников, построить эпюры крутящего момента и изгибающих моментов в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Определить диаметры вала по сечениям, приняв $[\sigma] = 60$ МПа и полагая $F_r = 0,364F_t$. Расчет произвести по гипотезе максимальных касательных напряжений.



Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P , кВт	40	38	36	34	32	30	28	26	24	22
ω , рад/с	70	65	62	58	54	50	46	42	38	34
a , мм	60	70	80	90	100	60	70	80	90	100
d_1 , мм	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
d_2 , мм	250	240	230	220	210	200	190	180	170	160

У к а з а н и е. Окружную силу определить по формуле

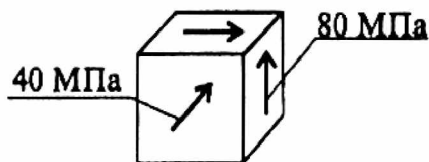
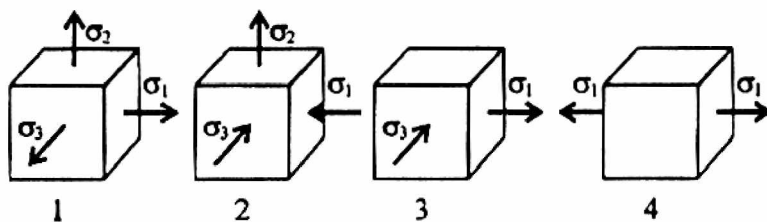
$$F_t = \frac{2M}{d}, \quad \text{где } M = \frac{P}{\omega}.$$

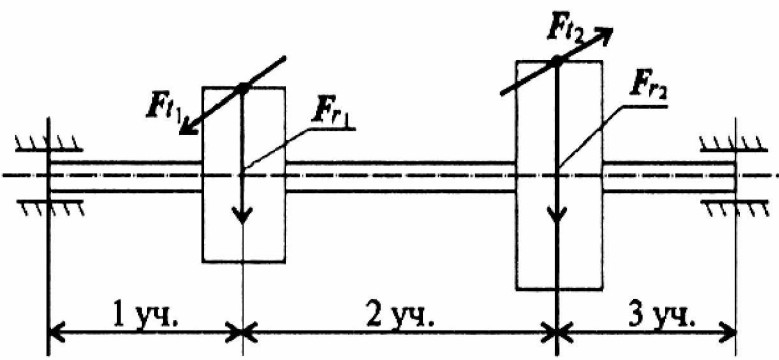
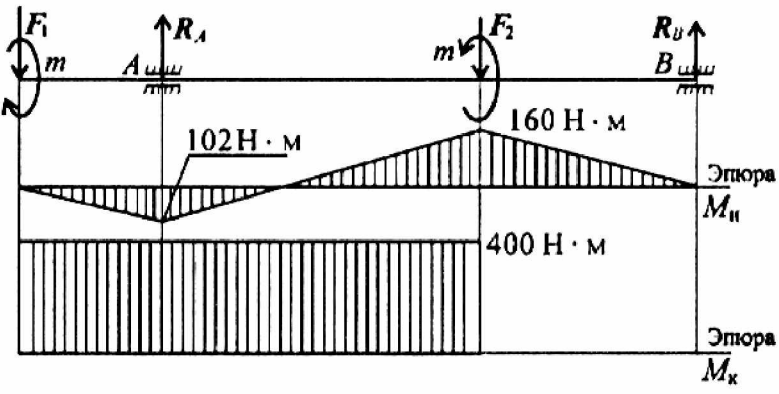
Пример решения в лекции 35 (Пример 2).

При защите работы ответить на вопросы тестового задания.

Тема 2.7. Сочетание основных деформаций. Гипотезы прочности

В о п р о с ы	О т в е т ы	К о д
1. Среди приведенных схем выбрать плоское напряженное состояние.	1	1
	2	2
	3	3
	4	4
2. Для заданного напряженного состояния вычислить эквивалентное напряжение, используя гипотезу наибольших касательных напряжений.	120	1
	104	2
	165	3
	200	4
3. Выбрать формулу для расчета эквивалентного момента по гипотезе энергии формоизменения.	$\sqrt{M_x^2 + M_y^2}$	1
	$\sqrt{M_x^2 + M_z^2}$	2
	$\sqrt{M_x^2 + 0,75M_z^2}$	3
	$M_x + M_z$	4



Продолжение		
В о п р о с ы	О т в е т ы	К о д
<p>4. На приведенной схеме вала выбрать участок, где действует крутящий момент.</p> 	1 участок	1
	2 участок	2
	3 участок	3
	Такого участка на схеме нет	4
<p>5. По схеме нагружения вала определить необходимый диаметр в опасном сечении. Допускаемое напряжение при изгибе 120 Н/мм^2. Расчет провести по гипотезе максимальных касательных напряжений.</p> 	20,5 мм	1
	25 мм	2
	28,5 мм	3
	32,5 мм	4

Литература.

Основные источники:

1. Техническая механика: учебник / Л. Н. Гудимова, Ю. А. Епифанцев, Э. Я. Живаго, А. В. Макаров; под редакцией Э. Я. Живаго. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-4498-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/131016/#1>
2. Сербин Е.П. Техническая механика. учебник / Сербин Е.П. — Москва : КноРус, 2019. — 399 с. — (СПО). : <https://book.ru/book/931903>

Дополнительные источники:

1. Бабичева И.В. Техническая механика. СПО: учебное пособие / Бабичева И.В. — Москва : Русайнс, 2019. — 101 с.: <https://www.book.ru/book/932994>
2. А.М. Лукьянов, М.А. Лукьянов. Техническая механика. ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014 г.

Лабораторная работа №1

Тема: «Экспериментальное определение модуля упругости и коэффициента Пуассона»

Цель работы. Экспериментальное определение модуля упругости E и коэффициента Пуассона μ и сравнение их с табличными значениями.

Оборудование: Стенд универсальный лабораторный по сопротивлению материалов СМ – 2: 1 – опорные стойки, 2 – корпус, 3 – ползун, 4 – штурвал, 5 – корпус, 6 – штифты, 7 – вилки, 8 – стержень, 9 – индикатор деформации прорезной пружины, 10 – тензорезисторы, 11 – разъем для подключения измерителя деформации (рис. 2), микрокалькуляторы.

Теоретические положения.

Модуль упругости (E) характеризует жесткость материала, т.е. способность сопротивляться деформации, определяется отношением нормального напряжения σ к соответствующему относительному удлинению ϵ при растяжении прямого стержня и выражается формулой:

$$E = \sigma_x / \epsilon_x \quad (1) \quad \text{или} \quad E = F / (A * \epsilon_x) = (k_1 * n) / (A * \epsilon_x) \quad (2)$$

Где F – усилие, растягивающее стержень, Н

ϵ_x - продольная деформация,

A – площадь поперечного сечения стержня, мм²,

σ_x - нормальное напряжение, Н/мм²,

k_1 – коэффициент пропорциональности показаний индикатора, отражающий фактическую жесткость пружины, $k_1 = 4,95$ Н/мкм,

n – показание индикатора деформации прорезной пружины, мкм.

Коэффициентом Пуассона называется абсолютное значение отношения поперечной деформации к продольной при одноосном напряженном состоянии:

$$\mu = | \epsilon_z / \epsilon_x | \quad (3)$$

где: ϵ_z - поперечная деформация, ϵ_x - продольная деформация

Порядок выполнения работы.

1) Соберите наладку согласно рис.2 и произведите предварительное нагружение стержня для устранения зазоров в шарнирах нагрузкой 0,5 кН. Снимите показания с табло Измерителя Деформации для каждого тензорезистора и занесите их в таблицу:

F, кН	1	2	3	4
	тензорезистор	тензорезистор	тензорезистор	тензорезистор
	x	z	z	x
0,5	X11=	Z21=	Z31=	X41=
1,5	X12=	Z22=	Z32=	X42=

2,5	X13=	Z23=	Z33=	X43=
3,5	X14=	Z24=	Z34=	X44=

2) Нагружайте образец последовательно силой 1,5 кН, 2,5 кН, 3,5 кН, контролируя значение силы по показаниям индикатора деформации прорезной пружины на стойке. На каждом уровне силы снимайте показания ИД для каждого тензорезистора.

3) Подсчитайте среднюю разность показаний табло ИД (Δn_x , Δn_z) для ступени нагрузки $\Delta F = 1$ кН. По формулам:

$$\Delta n_{x1} = ((X_{12} - X_{11}) + (X_{13} - X_{12}) + (X_{14} - X_{13})) / 3$$

$$\Delta n_{x2} = ((X_{42} - X_{41}) + (X_{43} - X_{42}) + (X_{44} - X_{43})) / 3$$

$$\Delta n_x = (\Delta n_{x1} + \Delta n_{x2}) / 2$$

$$\Delta n_{z1} = ((Z_{22} - Z_{21}) + (Z_{23} - Z_{22}) + (Z_{24} - Z_{23})) / 3$$

$$\Delta n_{z2} = ((Z_{32} - Z_{31}) + (Z_{33} - Z_{32}) + (Z_{34} - Z_{33})) / 3$$

$$\Delta n_z = (\Delta n_{z1} + \Delta n_{z2}) / 2$$

4) Определите приращение продольной и поперечной деформации $\Delta \epsilon_x$, $\Delta \epsilon_z$ соответствующие приращению силы $F = 1$ кН по формулам:

$$\Delta \epsilon_x = K_{gx} * n_x,$$

$$\Delta \epsilon_z = K_{gz} * n_z,$$

(4)

где K_g - цена единицы дискретности ИД ($K_{gx} = 0,00042$ мм, $K_{gz} = 0,0000731$ мм)

5) Вычислите продольную и поперечную деформацию по формулам:

$$\epsilon_x = \Delta \epsilon_x / l, \quad \epsilon_z = \Delta \epsilon_z / a, \quad (5)$$

где $l = 150$ мм – длина рабочей части стержня;

$a = 30$ мм – ширина стержня (поперечный размер).

6) Вычислите модуль упругости по формуле (2). ($F = 3,5$ кН, $A = 75$ мм² - площадь поперечного сечения стержня)

7) Вычислите коэффициент Пуассона по формуле (3).

8) Сравните результаты с табличными данными. Сделайте вывод о результатах эксперимента.

Примечание 1. Результаты вычислений должны быть в пределах : для материала сталь 45: $E = (1,9 \dots 2,1) * 10^5$ МПа, $\mu = 0,25 \dots 0,3$

Контрольные вопросы:

1. Что характеризует коэффициент поперечной деформации (коэффициент Пуассона)?

2. Сформулируйте закон Гука при растяжении и сжатии?

3. Что характеризует модуль упругости материала? Какова единица измерения модуля упругости?

4. Запишите формулы для определения абсолютного и относительного удлинений бруса?
5. Что характеризует произведение $A \cdot E$?
6. Как определяется абсолютное удлинение ступенчатого бруса, нагруженного несколькими силами?

Литература.

Основные источники:

1. Техническая механика: учебник / Л. Н. Гудимова, Ю. А. Епифанцев, Э. Я. Живаго, А. В. Макаров; под редакцией Э. Я. Живаго. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-4498-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/131016/#1>
2. Сербин Е.П. Техническая механика. учебник / Сербин Е.П. — Москва : КноРус, 2019. — 399 с. — (СПО). : <https://book.ru/book/931903>

Дополнительные источники:

1. Бабичева И.В. Техническая механика. СПО: учебное пособие / Бабичева И.В. — Москва : Русайнс, 2019. — 101 с.: <https://www.book.ru/book/932994>
2. А.М. Лукьянов, М.А. Лукьянов. Техническая механика. ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014 г.

Лабораторная работа №2

Тема: «Проведение испытаний на срез»

Цель работы. Экспериментальное определение максимальной силы, достигнутой в момент среза стержня. Определение касательного напряжения.

Оборудование: Стенд универсальный лабораторный по сопротивлению материалов СМ – 2: 1 – опорная стойка, 2 – корпус, 3 – корпус, 4 – образец для испытаний, 5 – высокотвердые втулки, 6 – вилки, 7 – ползун, 8 – ось прорезной пружины, 9 – штифт, 10 – штурвал, 11 – индикатор деформации прорезной пружины (рис. 3), микрокалькуляторы.

Теоретические положения.

Срезом называется разрушение материала стержня под действием сил, перпендикулярных продольной оси стержня (поперечных сил). При этом в сечении среза стержня возникают касательные напряжения, величина которых определяется по формуле:

$$\tau_{ср} = F / S \quad (1)$$

$$F = k_1 \cdot n \quad (2)$$

где $\tau_{ср}$ - касательное напряжение при срезе.

F – поперечная сила, действующая на стержень.

S – площадь сечения, воспринимающая эту силу.

k_1 – жесткость пружины ($k_1 = 4950$ Н/мм).

Порядок выполнения работы.

- 1) Соберите наладку согласно рис. 3.

Для выполнения работы используйте цилиндрический стержень (образец) для испытаний на срез (поз. 4 рис. 2).

2) Нагружайте стержень поперечной силой постепенно до тех пор, пока не произойдет срез стержня.

3) Зафиксируйте показания индикатора деформации прорезной пружины в момент среза – n .

4) Определите силу среза по формуле (2).

5) Определите касательное напряжение по формуле (1), где

$$S = (\pi d^2/4) \cdot i ; \quad (i - \text{количество площадей среза}).$$

Контрольные вопросы:

1. Какие внутренние силовые факторы возникают при сдвиге и смятии?
2. Сформулируйте закон парности касательных напряжений.
3. Как обозначается деформация при сдвиге?
4. Запишите закон Гука при сдвиге.
5. Запишите условие прочности при сдвиге и смятии?
6. Чем отличается расчет на прочность при сдвиге односрезной заклепки от двухсрезной?
7. Запишите формулу для расчета на прочность сварного соединения?

Литература.

3.2.1. Основные источники:

1. Мовнин М.С., Израелит А.Б., Рубашкин А.Г. Основы технической механики. СПб. : Политехника, 2014. /www.iprbookshop.ru/
2. А.М. Лукьянов, М.А. Лукьянов Техническая механика. ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014 г. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=55406

Электронные образовательные программы:

1. Обучающе – контролирующая мультимедийная компьютерная программа «Сопrotивление материалов». УМК МПС России, Москва 2002г.

Интернет-ресурсы:

1. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. <http://fcior.edu.ru/>
2. Единая коллекция Цифровых образовательных ресурсов. <http://school-collection.edu.ru/>

Лабораторная работа №3

Тема: «Экспериментальное определение модуля сдвига»

Цель работы– экспериментальное определение модуля сдвига (модуля упругости второго рода) при чистом сдвиге.

Оборудование: Стенд универсальный лабораторный по сопротивлению материалов СМ – 2: 1,2 – опорные стойки, 3 – корпус, 4 – ступенчатый вал, 5 – болт, 6 – рукоятка, 7 – кронштейны, 8 – индикаторная головка, 9 – рычаг, 10 – подшипник, 11 – упор, 12 – винт, 13 – подвеска, 14 – гири (рис. 6).

Теоретические сведения.

В пределах упругих деформаций угол закручивания Φ связан с крутящим моментом M_k следующей зависимостью:

$$\Phi = (M_k * l) / (G * J_p) \quad (1)$$

где l – длина стержня, J_p - полярный момент инерции, G – модуль упругости второго рода (модуль сдвига).

Отсюда

$$G = (M_k * l) / (\Phi * J_p) \quad (2)$$

На практике модуль сдвига определяют по приращению взаимного угла поворота $\Delta\Phi$ на участке стержня длиной l , от приращения момента кручения, которое равно:

$$\Delta M_k = \Delta F * a \quad (3)$$

Здесь ΔF - ступень увеличения силы нагрузки, a – длина плеча рычага ($a = 300$ мм). Таким образом

$$G = (\Delta F * a * l) / (\Delta\Phi * J_p) \quad (4)$$

Порядок выполнения работы.

- 1) Соберите наладку согласно рис.6.
- 2) Нагружайте подвес на рычаге последовательно гилям 1,2,3,4 кг.
- 3) Снимайте на каждом уровне показания индикатора угломера. Данные занесите в таблицу:

№ п/п	Вес гири, кг.	Показания индикатора, мм.
1.	1	n1 =
2.	2	n2 =
3.	3	n3 =
4.	4	n4 =

- 4) Подсчитайте среднюю разность показаний индикатора угломера, соответствующее приращению силы $\Delta F = 10$ Н по формуле:

$$\Delta\Phi = \Delta n / h \quad (5)$$

$$\Delta n = ((n_2 - n_1) + (n_3 - n_2) + (n_4 - n_3)) / 3$$

где Δn - средняя разность показаний индикатора угломера, соответствующая приращению силы $\Delta F = 10$ Н,

h – длина вылета кронштейна индикаторной головки (100 мм).

- 5) Вычислите по формуле (4) модуль сдвига G и сравните с табличными данными. Для расчета используйте следующие данные: $a = 300$ мм, $l = 100$ мм.

Для проведения работы используйте стержень малого диаметра, кольцевого сечения, выполненный из стали. Для которого: $d_n = 20$ мм, $d_v = 16$ мм.

$$J_p = \pi/32 * (d_n^4 - d_v^4)$$

Примечание. Модуль сдвига G , полученный в результате эксперимента, должен быть в пределах $G = (0,78 \dots 0,82) \cdot 10^3$ МПа.

Контрольные вопросы:

1. Как называется напряженное состояние, возникающее при кручении круглого бруса?
2. Чему равен модуль упругости материала при кручении для стали?
3. Какая связь между углом сдвига и углом закручивания?
4. Как распределяется касательное напряжение при кручении? Чему равно напряжение в центре круглого поперечного сечения?
5. Запишите формулу для расчета напряжения в любой точке поперечного сечения.
6. Запишите формулу для расчета полярного момента инерции для круга.
7. В чем заключается расчет на прочность при кручении?
8. В чем заключается расчет на жесткость при кручении?

Литература.

Основные источники:

1. Техническая механика: учебник / Л. Н. Гудимова, Ю. А. Епифанцев, Э. Я. Живаго, А. В. Макаров; под редакцией Э. Я. Живаго. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-4498-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/131016/#1>
2. Сербин Е.П. Техническая механика. учебник / Сербин Е.П. — Москва : КноРус, 2019. — 399 с. — (СПО). : <https://book.ru/book/931903>

Дополнительные источники:

1. Бабичева И.В. Техническая механика. СПО: учебное пособие / Бабичева И.В. — Москва : Русайнс, 2019. — 101 с.: <https://www.book.ru/book/932994>
2. А.М. Лукьянов, М.А. Лукьянов. Техническая механика. ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014 г.

Лабораторная работа №4

Тема: «Проверка закона распределения нормальных напряжений в поперечном сечении прямого бруса при прямом изгибе»

Цель работы. Проверка закона Гука при изгибе; проверка линейного закона распределения нормальных напряжений в поперечном сечении балки при прямом изгибе.

Оборудование: Стенд универсальный лабораторный по сопротивлению материалов СМ – 2: 1 – винтовое нагружающее устройство, 2 – двутавровая балка, 3 – опоры, 4 – элемент упругий, 5 – индикатор деформации, 6 – штурвал, 7 – тензорезисторы, 8 – разъем для подключения измерителя деформации (рис. 4). Микрокалькуляторы.

Теоретические положения.

Для проведения испытаний используют балку, у которой поперечное сечение имеет форму двутавра. Если начало координат поместить в центре тяжести сечения, то оси OX и OY , как оси симметрии, будут главными центральными осями. Продольная ось балки – OZ . При действии на балку сил, перпендикулярных оси OZ и лежащих в плоскости YOZ , которую принято называть главной плоскостью, балка

будет изгибаться в этой плоскости. Такой изгиб называют плоским изгибом. Если в поперечном сечении балки возникает только изгибающий момент M_x (поперечная сила $Q_y = 0$) – средний участок балки, то такой изгиб называют поперечным (крайние участки балки – рис. 4).

При чистом изгибе в поперечном сечении балки возникают только нормальные напряжения σ_z . В любой точке поперечного сечения они могут быть определены по формуле:

$$\sigma_z = (M_x/J_x) \cdot y \quad (1)$$

$$M_x = (F \cdot a)/2 = (k_2 \cdot n \cdot a)/2 \quad (1a)$$

где M_x – изгибающий момент в рассматриваемом сечении,

J_x – момент инерции поперечного сечения относительно нейтральной оси Ox ,

y – расстояние от нейтральной оси до точки сечения, в которой вычисляют напряжение.

k_2 – коэффициент пропорциональности показаний индикатора, отражающий действительную жесткость упругого элемента, $k_2 = 2,849$ Н/мкм,

n – показание индикатора деформации упругого элемента, мкм.

$a = 200$ мм. – расстояние от опоры балки до опоры упругого элемента,

При выводе формулы (1) приняты гипотезы:

а) плоских сечений

б) о не надавливании продольных волокон ($\sigma_y = 0$).

Предполагается, что материал балки при изгибе следует закону Гука.

Из формулы (1) видно, что нормальные напряжения по высоте сечения балки изменяются по линейному закону.

Для экспериментальной проверки линейного закона изменения нормальных напряжений по высоте балки в зоне чистого изгиба в пяти точках сечения наклеены пять тензорезисторов (рис. 4), с помощью которых определяют деформации ϵ_z на разных расстояниях от оси Z , а затем находят нормальные напряжения:

$$\sigma_z = E \cdot \epsilon_z \quad (2)$$

Где $E = 71$ ГПа – модуль упругости материала балки,

ϵ_z - относительная продольная деформация рассматриваемого волокна.

Порядок выполнения работы.

1) Соберите наладку согласно рис. 4.

2) Нагрузите балку предварительной силой $F = 0,5$ кН.

3) Снимите показания всех тензорезисторов, наклеенных в зоне чистого изгиба и занесите их в таблицу №1. Значение силы контролируйте по индикатору деформации (ИД) упругого элемента.

4) Нагружайте балку последовательно силой 1,5 кН и 2,5 кН. На каждой ступени нагружения снимайте показания ИД и заносите их в таблицу №1.

Таблица №1.

F, кН	1 тензорезисто р	2 тензорезисто р	3 тензорезисто р	4 тензорезисто р	5 тензорезисто р

	z	z	z	z	z
0,5	Z 11=	Z21=	Z31=	Z 41=	Z 51=
1,5	Z 12=	Z22=	Z32=	Z 42=	Z 52=
2,5	Z 13=	Z23=	Z33=	Z 43=	Z 53=

5) Снимите нагрузку.

6) Определите среднюю разность показаний ИД Δn_i для каждого тензорезистора для ступени нагрузки $\Delta F = 1$ кН по формулам:

$$\begin{aligned}
 \Delta n_1 &= ((Z_{12} - Z_{11}) + (Z_{13} - Z_{12})) / 2 \\
 \Delta n_2 &= ((Z_{22} - Z_{21}) + (Z_{23} - Z_{22})) / 2 \\
 \Delta n_3 &= ((Z_{32} - Z_{31}) + (Z_{33} - Z_{32})) / 2 \\
 \Delta n_4 &= ((Z_{42} - Z_{41}) + (Z_{43} - Z_{42})) / 2 \\
 \Delta n_5 &= ((Z_{52} - Z_{51}) + (Z_{53} - Z_{52})) / 2
 \end{aligned} \quad (3)$$

7) Определите относительную деформацию для каждого тензорезистора по формуле:

$$\varepsilon_{zi} = K_g * \Delta n_i \quad (4)$$

где $K_g = 0,011$ мм. – цена единицы дискретности ИД.

8) Вычислите нормальное напряжение для точек чистого изгиба по формуле (2).

9) Вычислите максимальные теоретические значения растягивающего и сжимающего напряжений в зоне чистого изгиба:

$$\sigma_{\max} = \pm M_x / W_x \quad (5)$$

где $W_x = 2776$ мм³ - осевой момент сопротивления.

10) Постройте эпюру теоретических напряжений в сечении зоны чистого изгиба. Отметьте на ней точками значения экспериментальных напряжений в точке наклейки тензорезисторов.

11) Сравните теоретические и экспериментальные значения напряжений и сделайте заключение о справедливости закона распределения нормальных напряжений по поперечному сечению изгибаемого стержня.

Контрольные вопросы:

1. Какую плоскость называют силовой?
2. Какой изгиб называют прямым? Что такое косоугольный изгиб?
3. Какие силовые факторы возникают в сечении балки при чистом изгибе?
4. По какому правилу определяется числовое значение и знак изгибающего момента?
5. Какие напряжения возникают при изгибе?
6. Какой формулой определяется напряжение при изгибе в любой точке поперечного сечения?
7. Напишите формулы для определения момента инерции и момента сопротивления для прямоугольника, для стандартных сечений?

Литература.

Основные источники:

1. Техническая механика: учебник / Л. Н. Гудимова, Ю. А. Епифанцев, Э. Я. Живаго, А. В. Макаров; под редакцией Э. Я. Живаго. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-4498-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/131016/#1>
2. Сербин Е.П. Техническая механика. учебник / Сербин Е.П. — Москва : КноРус, 2019. — 399 с. — (СПО). : <https://book.ru/book/931903>

Дополнительные источники:

1. Бабичева И.В. Техническая механика. СПО: учебное пособие / Бабичева И.В. — Москва : Русайнс, 2019. — 101 с.: <https://www.book.ru/book/932994>
2. А.М. Лукьянов, М.А. Лукьянов. Техническая механика. ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014 г.

Лабораторная работа №5

Тема: «Исследование влияния режимов работы привода на КПД цилиндрического редуктора»

Цель работы: Экспериментально исследовать закономерность изменения коэффициента полезного действия (КПД) редуктора при разных режимах работы привода.

Оборудование: Лабораторная установка «Исследование передач в замкнутом контуре»:

1 – электродвигатель; 2, 4, 6, 8, 10 – торсионные валы; 3 – червячный редуктор; 5 – конический редуктор; 7 – цилиндрический двухступенчатый соосный редуктор; 9 – ременная передача; 11 – нагружающее устройство; 12 – плита (рис. 1).

В результате выполнения работы студент

должен знать:

- основные составляющие потерь мощности в редукторе, их зависимость от передаваемой нагрузки и частот вращения валов;
- устройства лабораторной установки и методику проведения исследований;

должен уметь:

- экспериментально определять и теоретически рассчитывать вращающие моменты на валах редуктора и по ним определять КПД на различных режимах нагружения;
- обоснованно выбирать режимы эксплуатации редуктора, обеспечивающие минимальные потери, как в приводе, так и в редукторе.

Теоретические положения.

Анализ потерь мощности в редукторе.

1. Коэффициент полезного действия (КПД) редуктора есть отношение полезной мощности к затраченной:

$$\eta = P_2/P_1 = (T_2 \cdot \omega_2)/(T_1 \cdot \omega_1) = (T_2 \cdot n_2)/(T_1 \cdot n_1) = T_2/(T_1 \cdot i),$$

где P_1, P_2 – мощности на ведущем (затраченная) и на ведомом (полезная) валах редуктора, Вт;

T_1, T_2 - вращающие моменты на ведущем и ведомом валах редуктора, Н * м;

ω_1, ω_2 – угловые скорости вращения ведущего и ведомого валов редуктора, рад/с;

n_1, n_2 – частоты вращения ведущего и ведомого валов редуктора, об/мин

i – передаточное отношение исследуемого редуктора.

2. В свою очередь мощность потерь в редукторе, Вт:

$$P_{\psi} = P_1 - P_2 = P_1 \cdot (1 - \eta) = P_1 \cdot \psi,$$

где ψ – коэффициент относительных потерь в редукторе,

$$\psi = 1 - \eta = \psi_z + \psi_{\text{п}} + \psi_{\text{пм}} + \psi_{\text{в}};$$

ψ_z - коэффициент относительных потерь в зацеплении;

$\psi_{\text{п}}$ - коэффициент относительных потерь в подшипниках;

$\psi_{\text{пм}}$ - коэффициент относительных потерь на перемешивание масла;

$\psi_{\text{в}}$ - коэффициент относительных потерь на привод вентилятора у редукторов с искусственным воздушным охлаждением.

Потери в зацеплении являются следствием чрезвычайно сложного для исследования процесса взаимодействия контактирующих поверхностей зубьев. В общем случае силы трения между зубьями зависят от шероховатости их рабочих поверхностей, режима и вида смазки, соотношения скоростей качения и скольжения в контакте и величины передаваемой полезной нагрузки.

Для зубчатых передач, нарезанных без модификации зацепления, величину коэффициента потерь в зацеплении можно приближенно определить с использованием зависимости

$$\Psi_z = 2,3 * f * (1/z_1 \pm 1/z_2),$$

где f – коэффициент трения скольжения в контакте сопряженных зубьев;

z_1, z_2 – числа зубьев шестерни и колеса.

В формуле знак «+» - для внешнего зацепления, знак «-» - для внутреннего зацепления.

Формула показывает, что потери сильно увеличивается с уменьшением чисел зубьев, особенно числа зубьев шестерни.

В режиме полужидкостной смазки силы трения увеличиваются при уменьшении вязкости масла и скорости в зацеплении. При высоких скоростях за счет повышения несущей способности масляного клина между зубьями вступают в силу зависимости, характерные для гидродинамического режима смазки.

Потери на трение в зацеплении обычно принимают пропорциональными полезной нагрузке и относят к так называемым нагрузочным потерям.

Валы современных редукторов обычно устанавливают на подшипниках качения, для которых характерны малые *потери на трение*:

$$\psi_{\text{п}} = 0,005 \dots 0,010.$$

Потери на перемешивание масла растут с увеличением окружной скорости, вязкости масла, ширины зубчатых колес и глубины их погружения в масляную ванну.

Коэффициент относительных потерь на привод вентилятора ψ_v существенно зависит от частоты вращения валов.

Раздельное измерение составляющих потерь мощности связано с большими трудностями. Поэтому обычно опытным путем определяют суммарные потери мощности, которые характеризуют общий КПД редуктора.

Средние значения КПД зубчатых передач на подшипниках качения при номинальной нагрузке и жидкой смазке находятся в пределах $\eta = 0,97 \dots 0,98$, для открытых передач с пластичной смазкой $\eta = 0,95 \dots 0,96$.

При передаче неполной мощности КПД значительно ниже вследствие влияния постоянных потерь, т.е. потерь, не зависящих от передаваемой мощности.

Порядок выполнения работы.

Последовательность выполнения лабораторной работы в диалоговом режиме с элементами автоматизированной системы научных исследований (АСНИ)

Лабораторную работу выполняют с применением компьютера в диалоговом режиме. Каждый этап работы оформлен на дисплее в виде экранной заставки. Переход к очередному этапу работы возможен только после выполнения рекомендаций и требований, приведенных на заставке. Необходимый пункт в пределах одной заставки выбирают установкой полосы, выделенной другим цветом, на нужную строку с помощью клавиш перемещения курсора – *стрелка вниз*, *стрелка вверх*, клавиши – *ввод*. Для получения более полной и подробной информации при выполнении этапа следует нажать функциональную клавишу F1 – *помощь*.

По окончании экспериментальной части работы на дисплей выводятся результаты эксперимента – графики. Первый график - «Зависимости КПД редуктора от нагрузки на ведомом валу» отображает зависимость КПД редуктора от момента на ведомом валу (желтая кривая) и зависимость частоты вращения ведущего вала от момента на ведомом валу (зеленая кривая). Вторым графиком - «Зависимости мощностей от момента на ведомом валу» отображает зависимость мощности на ведущем валу от момента на ведомом валу (желтая кривая) и зависимость мощности на ведомом валу от момента на ведомом валу (зеленая кривая).

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

Кинематическую схему «Лабораторной установки», описание узлов «Лабораторной установки», краткие теоретические сведения о потерях мощности в редукторе, а также графики «Зависимости КПД редуктора от нагрузки на ведомом валу» и «Зависимости мощностей от момента на ведомом валу».

Контрольные вопросы:

1. Приведите формулы, по которым можно определить КПД редуктора.
2. Назовите основные причины потери мощности в редукторе.
3. Как изменяется КПД редуктора с увеличением числа его ступеней?
4. Как будет изменяться КПД редуктора при уменьшении нагрузки T_2 ?
5. Чему равно значение КПД редуктора при нагрузке $T_2 = 0$? Почему?

Литература.

Основные источники:

1. Техническая механика: учебник / Л. Н. Гудимова, Ю. А. Епифанцев, Э. Я. Живаго, А. В. Макаров; под редакцией Э. Я. Живаго. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-4498-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/131016/#1>
2. Сербин Е.П. Техническая механика. учебник / Сербин Е.П. — Москва : КноРус, 2019. — 399 с. — (СПО). : <https://book.ru/book/931903>

Дополнительные источники:

1. Бабичева И.В. Техническая механика. СПО: учебное пособие / Бабичева И.В. — Москва : Русайнс, 2019. — 101 с.: <https://www.book.ru/book/932994>
2. А.М. Лукьянов, М.А. Лукьянов. Техническая механика. ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014 г.

Лабораторная работа №6

Тема: «Исследование влияния режимов работы привода на КПД конического редуктора»

Цель работы: Экспериментально исследовать закономерность изменения коэффициента полезного действия (КПД) редуктора при разных режимах работы привода.

Оборудование: Лабораторная установка «Исследование передач в замкнутом контуре»:

1 – электродвигатель; 2, 4, 6, 8, 10 – торсионные валы; 3 – червячный редуктор; 5 – конический редуктор; 7 – цилиндрический двухступенчатый соосный редуктор; 9 – ременная передача; 11 – нагружающее устройство; 12 – плита (рис. 1).

В результате выполнения работы студент

должен знать:

- основные составляющие потерь мощности в редукторе, их зависимость от передаваемой нагрузки и частот вращения валов;
- устройство лабораторной установки и методику проведения исследований;

должен уметь:

- экспериментально определять и теоретически рассчитывать вращающие моменты на валах редуктора и по ним определять КПД на различных режимах нагружения;
- обоснованно выбирать режимы эксплуатации редуктора, обеспечивающие минимальные потери, как в приводе, так и в редукторе.

Теоретические положения.

Анализ потерь мощности в редукторе.

1. Коэффициент полезного действия (КПД) редуктора есть отношение полезной мощности к затраченной:

$$\eta = P_2/P_1 = (T_2 \cdot \omega_2)/(T_1 \cdot \omega_1) = (T_2 \cdot n_2)/(T_1 \cdot n_1) = T_2/(T_1 \cdot i),$$

где P_1, P_2 – мощности на ведущем (затраченная) и на ведомом (полезная) валах редуктора, Вт;

T_1, T_2 - вращающие моменты на ведущем и ведомом валах редуктора, Н * м;

ω_1, ω_2 – угловые скорости вращения ведущего и ведомого валов редуктора, рад/с;

n_1, n_2 – частоты вращения ведущего и ведомого валов редуктора, об/мин

i – передаточное отношение исследуемого редуктора.

2. В свою очередь мощность потерь в редукторе, Вт:

$$P_{\psi} = P_1 - P_2 = P_1 \cdot (1 - \eta) = P_1 \cdot \psi,$$

где ψ – коэффициент относительных потерь в редукторе,

$$\psi = 1 - \eta = \psi_z + \psi_{\text{п}} + \psi_{\text{пм}} + \psi_{\text{в}};$$

ψ_z - коэффициент относительных потерь в зацеплении;

$\psi_{\text{п}}$ - коэффициент относительных потерь в подшипниках;

$\psi_{\text{пм}}$ - коэффициент относительных потерь на перемешивание масла;

$\psi_{\text{в}}$ - коэффициент относительных потерь на привод вентилятора у редукторов с искусственным воздушным охлаждением.

Потери в зацеплении являются следствием чрезвычайно сложного для исследования процесса взаимодействия контактирующих поверхностей зубьев. В общем случае силы трения между зубьями зависят от шероховатости их рабочих поверхностей, режима и вида смазки, соотношения скоростей качения и скольжения в контакте и величины передаваемой полезной нагрузки.

Для зубчатых передач, нарезанных без модификации зацепления, величину коэффициента потерь в зацеплении можно приближенно определить с использованием зависимости

$$\Psi_z = 2,3 * f * (1/z_1 \pm 1/z_2),$$

где f – коэффициент трения скольжения в контакте сопряженных зубьев;

z_1, z_2 – числа зубьев шестерни и колеса.

В формуле знак «+» - для внешнего зацепления, знак «-» - для внутреннего зацепления.

Формула показывает, что потери сильно увеличивается с уменьшением чисел зубьев, особенно числа зубьев шестерни.

В режиме полужидкостной смазки силы трения увеличиваются при уменьшении вязкости масла и скорости в зацеплении. При высоких скоростях за счет повышения несущей способности масляного клина между зубьями вступают в силу зависимости, характерные для гидродинамического режима смазки.

Потери на трение в зацеплении обычно принимают пропорциональными полезной нагрузке и относят к так называемым нагрузочным потерям.

Валы современных редукторов обычно устанавливают на подшипниках качения, для которых характерны малые *потери на трение*:

$$\psi_{\text{п}} = 0,005 \dots 0,010.$$

Потери на перемешивание масла растут с увеличением окружной скорости, вязкости масла, ширины зубчатых колес и глубины их погружения в масляную ванну.

Коэффициент относительных потерь на привод вентилятора ψ_v существенно зависит от частоты вращения валов.

Раздельное измерение составляющих потерь мощности связано с большими трудностями. Поэтому обычно опытным путем определяют суммарные потери мощности, которые характеризуют общий КПД редуктора.

Средние значения КПД зубчатых передач на подшипниках качения при номинальной нагрузке и жидкой смазке находятся в пределах $\eta = 0,97 \dots 0,98$, для открытых передач с пластичной смазкой $\eta = 0,95 \dots 0,96$.

При передаче неполной мощности КПД значительно ниже вследствие влияния постоянных потерь, т.е. потерь, не зависящих от передаваемой мощности.

Порядок выполнения работы.

Последовательность выполнения лабораторной работы в диалоговом режиме с элементами автоматизированной системы научных исследований (АСНИ)

Лабораторную работу выполняют с применением компьютера в диалоговом режиме. Каждый этап работы оформлен на дисплее в виде экранной заставки. Переход к очередному этапу работы возможен только после выполнения рекомендаций и требований, приведенных на заставке. Необходимый пункт в пределах одной заставки выбирают установкой полосы, выделенной другим цветом, на нужную строку с помощью клавиш перемещения курсора – *стрелка вниз*, *стрелка вверх*, клавиши – *ввод*. Для получения более полной и подробной информации при выполнении этапа следует нажать функциональную клавишу F1 – *помощь*.

По окончании экспериментальной части работы на дисплей выводятся результаты эксперимента – графики. Первый график - «Зависимости КПД редуктора от нагрузки на ведомом валу» отображает зависимость КПД редуктора от момента на ведомом валу (желтая кривая) и зависимость частоты вращения ведущего вала от момента на ведомом валу (зеленая кривая). Вторым графиком - «Зависимости мощностей от момента на ведомом валу» отображает зависимость мощности на ведущем валу от момента на ведомом валу (желтая кривая) и зависимость мощности на ведомом валу от момента на ведомом валу (зеленая кривая).

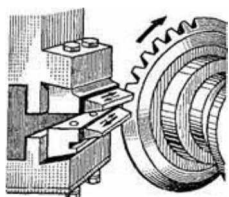
Отчет по лабораторной работе должен содержать:

Кинематическую схему «Лабораторной установки», описание узлов «Лабораторной установки», краткие теоретические сведения о потерях мощности в редукторе, а также графики «Зависимости КПД редуктора от нагрузки на ведомом валу» и «Зависимости мощностей от момента на ведомом валу».

Контрольные вопросы:

1. По каким признакам классифицируют зубчатые передачи?
2. Какими достоинствами обладают конические колеса с круговыми зубьями по сравнению с прямозубыми?
3. Чем отличается закрытая передача от открытой?
4. Перечислите достоинства зубчатой передачи по сравнению с фрикционной

- передачей. 5. Почему в зубчатых передачах сохраняется постоянным передаточное отношение? 6. Как определяется передаточное отношение и передаточное число? 7. Каковы главные виды разрушений зубчатых колёс? 8. Какие силы действуют в зубчатом зацеплении? 9. Какое минимальное число зубьев допускается для шестерни цилиндрической и конической передач? 10. Каковы материалы и виды термообработки для цилиндрических и конических зубчатых колёс? 11. Какие способы изготовления цилиндрических зубчатых передач вы знаете? 12. На рисунке показана схема нарезания зубьев конического колеса на зубострогальном станке. Как называется этот способ обработки зубьев?



Литература:

Основные источники:

1. Техническая механика: учебник / Л. Н. Гудимова, Ю. А. Епифанцев, Э. Я. Живаго, А. В. Макаров; под редакцией Э. Я. Живаго. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-4498-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/131016/#1>
2. Сербин Е.П. Техническая механика. учебник / Сербин Е.П. — Москва : КноРус, 2019. — 399 с. — (СПО). : <https://book.ru/book/931903>

Дополнительные источники:

1. Бабичева И.В. Техническая механика. СПО: учебное пособие / Бабичева И.В. — Москва : Русайнс, 2019. — 101 с.: <https://www.book.ru/book/932994>
2. А.М. Лукьянов, М.А. Лукьянов. Техническая механика. ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014 г.

Лабораторная работа №7

Тема: «Исследование влияния режимов работы привода на КПД червячного редуктора».

Цель работы: Экспериментально исследовать закономерность изменения коэффициента полезного действия (КПД) редуктора при разных режимах работы привода.

Оборудование: Лабораторная установка «Исследование передач в замкнутом контуре»:

- 1 – электродвигатель; 2, 4, 6, 8, 10 – торсионные валы; 3 – червячный редуктор; 5 – конический редуктор; 7 – цилиндрический двухступенчатый соосный редуктор; 9 – ременная передача; 11 – нагружающее устройство; 12 – плита (рис. 1).

В результате выполнения работы студент
должен знать:

- основные составляющие потерь мощности в редукторе, их зависимость от передаваемой нагрузки и частот вращения валов
- устройство лабораторной установки и методику проведения исследований; *должен уметь:*
- экспериментально определять и теоретически рассчитывать вращающие моменты на валах редуктора и по ним определять КПД на различных режимах нагружения;
- обоснованно выбирать режимы эксплуатации редуктора, обеспечивающие минимальные потери, как в приводе, так и в редукторе.

Теоретические положения.

Анализ потерь мощности в редукторе.

1. Коэффициент полезного действия (КПД) редуктора есть отношение полезной мощности к затраченной:

$$\eta = P_2/P_1 = (T_2 \cdot \omega_2)/(T_1 \cdot \omega_1) = (T_2 \cdot n_2)/(T_1 \cdot n_1) = T_2/(T_1 \cdot i),$$

где P_1, P_2 – мощности на ведущем (затраченная) и на ведомом (полезная) валах редуктора, Вт;

T_1, T_2 - вращающие моменты на ведущем и ведомом валах редуктора, Н * м;

ω_1, ω_2 – угловые скорости вращения ведущего и ведомого валов редуктора, рад/с;

n_1, n_2 – частоты вращения ведущего и ведомого валов редуктора, об/мин

i – передаточное отношение исследуемого редуктора.

2. В свою очередь мощность потерь в редукторе, Вт:

$$P_{\psi} = P_1 - P_2 = P_1 \cdot (1 - \eta) = P_1 \cdot \psi,$$

Где ψ – коэффициент относительных потерь в редукторе,

$$\psi = 1 - \eta = \psi_z + \psi_p + \psi_{пм} + \psi_v;$$

ψ_z - коэффициент относительных потерь в зацеплении;

ψ_p - коэффициент относительных потерь в подшипниках;

$\psi_{пм}$ - коэффициент относительных потерь на перемешивание масла;

ψ_v - коэффициент относительных потерь на привод вентилятора у редукторов с искусственным воздушным охлаждением.

Потери в зацеплении являются следствием чрезвычайно сложного для исследования процесса взаимодействия контактирующих поверхностей зубьев. В общем случае силы трения между зубьями зависят от шероховатости их рабочих поверхностей, режима и вида смазки, соотношения скоростей качения и скольжения в контакте и величины передаваемой полезной нагрузки

В червячной передаче потери в зацеплении составляют основную часть потерь мощности в связи с наличием относительного скольжения витков червяка по зубьям червячного колеса.

В режиме полужидкостной смазки силы трения увеличиваются при уменьшении вязкости масла и скорости зацепления. При высоких скоростях за счет повышения несущей способности масляного клина между зубьями вступают в силу зависимости, характерные для гидродинамического режима смазки.

Потери на трение в зацеплении обычно принимают пропорциональными полезной нагрузке и относят к так называемым нагрузочным потерям.

Валы современных редукторов обычно устанавливают на подшипниках качения, для которых характерны малые потери на трение:

$$\psi_{\text{п}} = 0,005 \dots 0,010.$$

Потери на перемешивание масла растут с увеличением окружной скорости, вязкости масла, ширины зубчатых колес и глубины их погружения в масляную ванну.

Коэффициент относительных потерь на привод вентилятора $\psi_{\text{в}}$ существенно зависит от частоты вращения валов.

Раздельное измерение составляющих потерь мощности связано с большими трудностями. Поэтому обычно опытным путем определяют суммарные потери мощности, которые характеризуют общий КПД редуктора.

Средние значения КПД червячных передач с жидкой смазкой при разных числах заходов червяка представлены в табл. 1.

Таблица 1.

КПД червячных передач с жидкой смазкой.

Z1	1	2	4
i	32...63	16...32	8...16
η	0,65...0,80	0,75...0,85	0,80...0,90

При передаче неполной мощности КПД значительно ниже вследствие влияния постоянных потерь, т.е. потерь, не зависящих от передаваемой мощности.

Порядок выполнения работы.

Последовательность выполнения лабораторной работы в диалоговом режиме с элементами автоматизированной системы научных исследований (АСНИ)

Лабораторную работу выполняют с применением компьютера в диалоговом режиме. Каждый этап работы оформлен на дисплее в виде экранной заставки. Переход к очередному этапу работы возможен только после выполнения рекомендаций и требований, приведенных на заставке. Необходимый пункт в пределах одной заставки выбирают установкой полосы, выделенной другим цветом, на нужную строку с помощью клавиш перемещения курсора – *стрелка вниз*, *стрелка вверх*, клавиши – *ввод*. Для получения более полной и подробной информации при выполнении этапа следует нажать функциональную клавишу F1 – *помощь*.

По окончании экспериментальной части работы на дисплей выводятся результаты эксперимента – графики. Первый график - «Зависимости КПД редуктора от нагрузки на ведомом валу» отображает зависимость КПД редуктора от момента на ведомом валу (желтая кривая) и зависимость частоты вращения ведущего вала от момента на ведомом валу (зеленая кривая). Вторым графиком - «Зависимости мощностей от момента на ведомом валу» отображает зависимость мощности на ведущем валу от момента на ведомом валу (желтая кривая) и зависимость мощности на ведомом валу от момента на ведомом валу (зеленая кривая).

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

Кинематическую схему «Лабораторной установки», описание узлов «Лабораторной установки», краткие теоретические сведения о потерях мощности в редукторе, а

также графики «Зависимости КПД редуктора от нагрузки на ведомом валу» и «Зависимости мощностей от момента на ведомом валу».

Контрольные вопросы:

1. Назовите область применения червячных передач.
2. Какие различают виды червяков?
3. Укажите основные геометрические параметры червячной передачи?
4. Каковы достоинства и недостатки червячных передач?
5. Каковы материалы и виды термообработки для деталей червячных передач?
6. Из каких соображений выбирают число витков червяка?
7. Из каких соображений ограничивают число зубьев червячного колеса? Каково минимальное число зубьев колеса?
8. Какие силы действуют на червяк и червячное колесо, как они направлены и как вычисляют их значения?
9. Каковы основные виды разрушений червячной передачи?
10. Как вычисляют КПД червячной передачи? Назовите основные факторы, влияющие на КПД.
11. Что вызывает нагрев червячной передачи?
12. Почему КПД червячной передачи меньше, чем у зубчатой? Способы его повышения?

Литература.

Основные источники:

1. Техническая механика: учебник / Л. Н. Гудимова, Ю. А. Епифанцев, Э. Я. Живаго, А. В. Макаров; под редакцией Э. Я. Живаго. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-4498-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/131016/#1>
2. Сербин Е.П. Техническая механика. учебник / Сербин Е.П. — Москва : КноРус, 2019. — 399 с. — (СПО). : <https://book.ru/book/931903>

Дополнительные источники:

1. Бабичева И.В. Техническая механика. СПО: учебное пособие / Бабичева И.В. — Москва : Русайнс, 2019. — 101 с.: <https://www.book.ru/book/932994>
2. А.М. Лукьянов, М.А. Лукьянов. Техническая механика. ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014 г.

Лабораторная работа №8

Тема: «Исследование работы ременной передачи»

Цель работы:

1. Экспериментально установить зависимость коэффициента упругого скольжения и коэффициента полезного действия ременной передачи от величины начального натяжения ремня и величины внешней нагрузки.
2. Определить режимы рационального нагружения ременных передач.
3. Ознакомиться с принципом испытания плоскоремной передачи на основе использования циркуляции мощности в замкнутом контуре.

Оборудование: Лабораторная установка «Исследование передач в замкнутом контуре»:

1 – электродвигатель; 2, 4, 6, 8, 10 – торсионные валы; 3 – червячный редуктор; 5 – конический редуктор; 7 – цилиндрический двухступенчатый соосный редуктор; 9 – ременная передача; 11 – нагружающее устройство; 12 – плита (рис. 1).

В результате выполнения работы студент должен знать:

- конструкцию и принцип работы ременных передач;
- силовые и кинематические зависимости, характеризующие работу ременной передачи;
- назначение и методику построения кривых скольжения;
- особенности испытания ременных передач и пути повышения их тяговой способности; *должен уметь:*
- методически грамотно проводить испытания тяговой способности ременных передач в автоматизированном режиме;
- анализировать причины изменения тяговой способности передачи;
- обосновывать принимаемые проектные решения, направленные на повышение тяговой способности и эксплуатационной надежности ременных передач.

Теоретические положения.

Ременная передача содержит ведущий шкив 1 и ведомый шкив 3, охватываемые гибким ремнем 2. Она предназначена для передачи механической энергии в кинематической цепи от двигателя к исполнительному механизму, как правило, с изменением частоты вращения и вращающего момента (нагрузки). (рис 1)

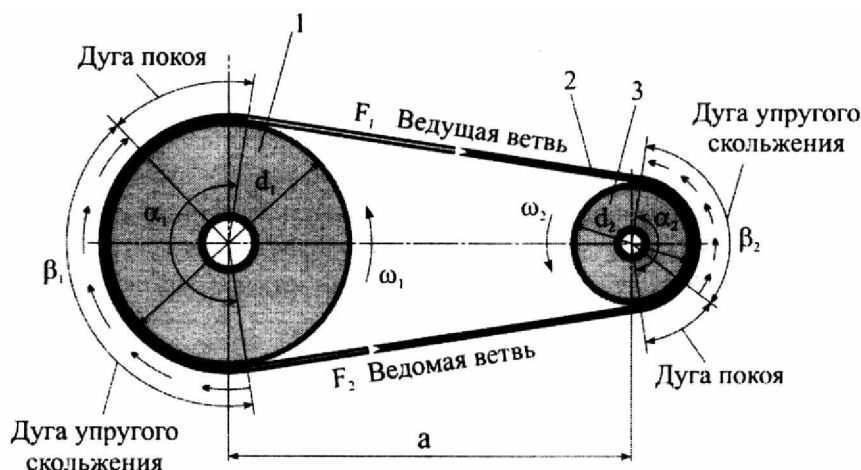


Рис. 1

Нагрузка передается силами трения, что обеспечивается предварительным натяжением ремня.

Достоинства ременных передач:

- простота конструкции;
- плавность работы;
- возможность передачи движения на значительные расстояния.

Недостатки ременных передач:

- большие габариты;
- низкая тяговая способность;

- низкая долговечность;
- большие нагрузки на валы и опоры;
- небольшое передаточное отношение, оптимальное значение $i = 2 \dots 4$;
- отсутствие жесткой кинематической связи.

По форме поперечного сечения ремни различают плоские, клиновые, поликлиновые, круглые и зубчатые.

Особую группу составляют ременные передачи с зубчатым ремнем, являющиеся передачами зацеплением гибкой связью.

Ветвь, набегаящая на ведущий шкив, является *ведущей*, ветвь, сбегаящая с него – *ведомой*.

В состоянии покоя каждая ветвь ремня нагружена одинаковой силой начального натяжения F_0 . Это усилие практически сохраняется и на холостом ходу передачи, т. к. потери $(1 - \eta)$ незначительны.

Под нагрузкой натяжение ветвей ремня перераспределяется: ведущая ветвь дополнительно натягивается до значения F_1 , а ведомая ветвь при этом разгружается от начального натяжения до величины F_2 . Сумма натяжений ветвей под нагрузкой сохраняется, т.е. $F_1 + F_2 = 2F_0$, а разность натяжений ветвей равна окружной силе $F_t = F_1 - F_2$.

Окружная сила F_t на шкивах, Н,

$$F_t = (2 \cdot T_1) / d_1,$$

где T_1 – вращающий момент на ведущем шкиве, Н*мм;

d_1 – диаметр ведущего шкива, мм.

Из анализа приведенных зависимостей следует, что с увеличением усилия предварительного натяжения ремня окружное усилие и нагрузочная способность передачи возрастают.

Наличие разных усилий в ведущей и ведомых ветвях F_1 и F_2 является причиной разных напряжений σ_1 и σ_2 . А также разных относительных деформаций в ветвях ремня ε_1 и ε_2 и появления упругого скольжения ремня на шкивах работающей передачи:

$$\sigma_1 = F_1/A, \quad \sigma_2 = F_2/A, \quad \varepsilon_1 = \sigma_1/E, \quad \varepsilon_2 = \sigma_2/E,$$

$$\sigma_1 > \sigma_2, \quad \varepsilon_1 > \varepsilon_2, \quad \varepsilon = \varepsilon_1 - \varepsilon_2,$$

где A – площадь поперечного сечения ремня, мм²;

E – модуль упругости материала ремня, МПа.

Физический процесс взаимодействия ремня со шкивом достаточно сложный, и поэтому выбор рациональных режимов работы ременной передачи проводится, как правило, расчетно-экспериментальным методом.

В работающей ременной передаче упругое скольжение ремня на шкивах происходит в зонах упругого скольжения, ограниченных углами β_1 и β_2 . С увеличением нагрузки значения этих углов возрастают, достигая предельных значений, равных углам обхвата ремнем шкивов, т.е. $\beta_{1max} = \alpha_1$ и $\beta_{2max} = \alpha_2$.

В качестве критерия оценки рациональных режимов эксплуатации ременной передачи используют:

- коэффициент упругого скольжения

$$\varepsilon = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 = (V_1 - V_2) / V_1 = 1 - ((d_2 * n_2) / (d_1 * n_1)), \quad (1)$$

где V_1, V_2 – соответственно окружные скорости ведущего и ведомого шкивов, м/с;
 n_1, n_2 – частоты вращения ведущего и ведомого шкивов, об/мин;
 d_1, d_2 – диаметры ведущего и ведомого шкивов, мм;

- коэффициент полезного действия

$$\eta = P_2 / P_1 = (T_2 * n_2) / (T_1 * n_1) = T_2 / (T_1 * i), \quad (2)$$

где P_1, P_2 – мощность на ведущем и ведомом шкивах, Вт;
 T_2 – вращающий момент на ведомом шкиве, Н*мм;
 i – передаточное отношение передачи.

Эффективность сцепления ремня со шкивом обусловлено многими факторами: типом и конструкцией ремня, величиной начального натяжения ремня, материалом и состоянием взаимодействующих поверхностей и т.д. Оценивается тяговая способность передачи коэффициентом тяги

$$\varphi = (F_1 - F_2) / 2 * F_0 = F_t / 2 * F_0, \quad (3)$$

который наглядно показывает, какая часть начального натяжения ремня используется для передачи полезной окружной силы.

По результатам расчетно-экспериментальной оценки тяговой способности передачи строят графики кривых скольжения и КПД. (рис. 2)

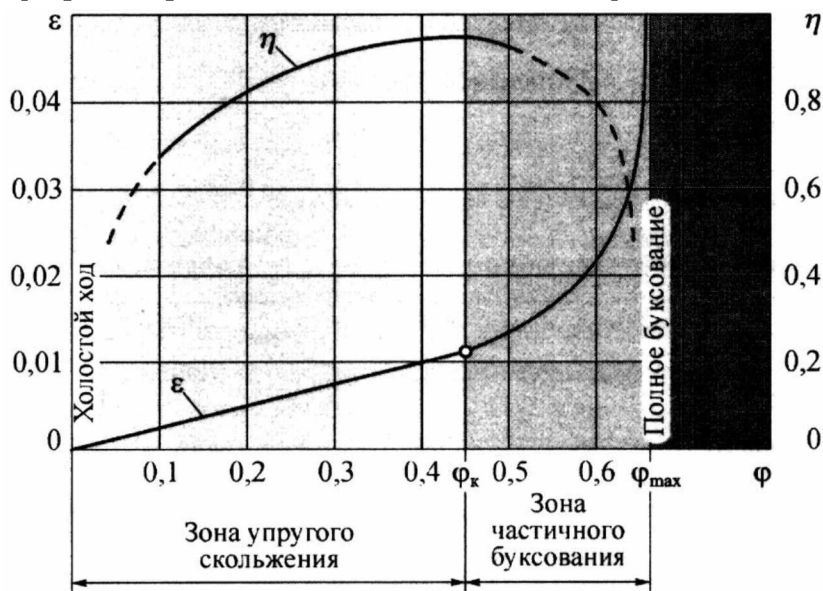


Рис. 2

Кривые скольжения строят по данным, полученным экспериментально для конкретного конструктивного исполнения передачи: при заданном начальном натяжении ремня F_0 повышают полезную окружную силу F_t (или момент T_2), вычисляют при фиксированном значении F_t по формуле (3) коэффициент тяги φ , экспериментально замеряют нагрузку на валах T_1, T_2 и частоты вращения валов n_1, n_2 и по формулам (1) и (2) определяют коэффициент упругого скольжения ε и КПД передачи η .

До некоторого критического значения коэффициента тяги φ_k , скольжение ремня вызывается его упругими деформациями, которые согласно закону Гука пропорциональны нагрузке (зона упругого скольжения ремня по шкивам), и кривая скольжения имеет соответственно прямолинейный участок. При дальнейшем увеличении нагрузки появляется частичное буксование ремня по шкивам, прямая пропорциональность нарушается, кривая скольжения резко поднимается вверх, и при некотором предельном значении коэффициента тяги φ_{\max} , наступает полное буксование ремня на одном из шкивов.

С увеличением нагрузки КПД передачи вначале растет вследствие незначительного влияния потерь на холостом ходу, достигает максимума при критическом значении коэффициента тяги φ_k , затем резко снижается в связи с дополнительными потерями на буксование.

Кривые скольжения и КПД показывают, что рационально работать в зоне критических значений коэффициента тяги, где наиболее высокий КПД. Переход за критическое значение коэффициента тяги допустим только при кратковременных перегрузках. Работа передачи в этой зоне связана с повышенным износом ремня.

Отношение $\varphi_{\max} / \varphi_k$ характеризует способность ременной передачи к перегрузкам.

Порядок выполнения работы.

Последовательность выполнения лабораторной работы в диалоговом режиме с элементами автоматизированной системы научных исследований (АСНИ)

Лабораторную работу выполняют с применением компьютера в диалоговом режиме. Каждый этап работы оформлен на дисплее в виде экранной заставки. Переход к очередному этапу работы возможен только после выполнения рекомендаций и требований, приведенных на заставке. Необходимый пункт в пределах одной заставки выбирают установкой полосы, выделенной другим цветом, на нужную строку с помощью клавиш перемещения курсора – *стрелка вниз*, *стрелка вверх*, клавиши – *ввод*. Для получения более полной и подробной информации при выполнении этапа следует нажать функциональную клавишу F1 – *помощь*.

По окончании экспериментальной части работы на дисплей выводится результат эксперимента – график. График «Зависимости относительного упругого скольжения и КПД ременной передачи» отображает зависимость относительного упругого скольжения (зеленая кривая) и КПД (желтая кривая) ременной передачи от нагрузки.

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

Кинематическую схему «Лабораторной установки», описание узлов «Лабораторной установки», краткие теоретические сведения характеризующие эффективность работы ременной передачи, а также график «Зависимости относительного упругого скольжения и КПД ременной передачи»

Контрольные вопросы:

1. Укажите назначение, достоинства и недостатки ременных передач.
2. Какие профили ремней применяют в машиностроении?

3. С какой целью и какими способами создают начальное натяжение ремня?
4. Какие параметры передачи оказывают влияние на ее тяговую способность?
5. Укажите причину упругого скольжения ремня на шкивах.
6. Предложите наиболее эффективные конструктивные мероприятия для увеличения тяговой способности ременной передачи.

Литература:

Основные источники:

1. Техническая механика: учебник / Л. Н. Гудимова, Ю. А. Епифанцев, Э. Я. Живаго, А. В. Макаров; под редакцией Э. Я. Живаго. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-4498-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/131016/#1>
2. Сербин Е.П. Техническая механика. учебник / Сербин Е.П. — Москва : КноРус, 2019. — 399 с. — (СПО). : <https://book.ru/book/931903>

Дополнительные источники:

1. Бабичева И.В. Техническая механика. СПО: учебное пособие / Бабичева И.В. — Москва : Русайнс, 2019. — 101 с.: <https://www.book.ru/book/932994>
2. А.М. Лукьянов, М.А. Лукьянов. Техническая механика. ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014 г.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если выполнено 80% работы и более;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если выполнено менее 80% работы.

Тестовые задания

При проведении тестирования используется сборник тестовых заданий «Техническая механика», предназначенный для контроля знаний по разделам «Теоретическая механика» и «Сопротивление материалов».

По основным темам дисциплин предлагается по пять вариантов заданий, оформленных в виде таблиц. Каждый вариант содержит пять вопросов (как теоретических, так и расчетных), расположенных по мере возрастания сложности задания, и каждому вопросу соответствуют четыре ответа, один из которых – правильный. Списки правильных ответов приведены в конце сборника в виде таблиц.

Поскольку при изучении курса технической механики наибольшую трудность представляет решение задач, большинство заданий сформулировано именно в виде задач, причем наиболее сложные из них разделены на несколько логических этапов, не требующих для решения сложных расчетов. Такой подход к подаче материала позволяет привить учащимся навыки самостоятельного анализа задач и активизирует мышление. Форма вопросов дает возможность применять тестовые задания не только для контроля знаний в аудитории, но будет полезна и для самостоятельной подготовки, а также рекомендуется студентам-заочникам.

Ориентировочное время, необходимое для выполнения заданий по одному варианту – 30-35 минут. В основу оценки результатов работы, исходя из пятибалльной системы, лежат следующие принципы:

- за ответ на вопрос, не требующий расчетов 0,5 баллов;
- за выполнение задания, требующего одной математической операции 1 балл;
- за выполнение задания, требующего нескольких математических операций ..1,5 балла.

Работа может выполняться письменно.

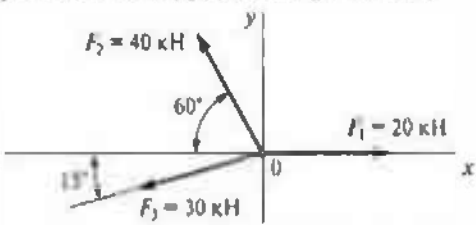
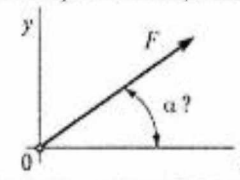
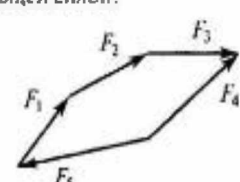
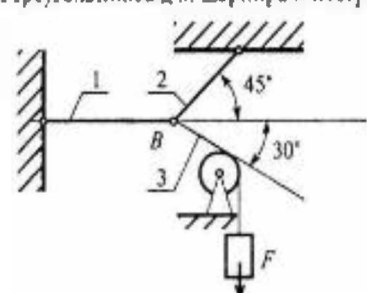
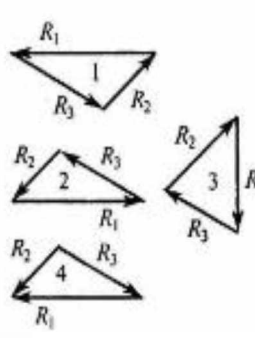
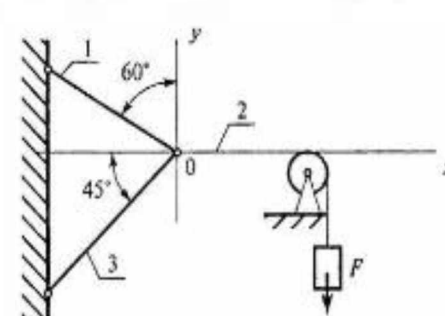
Примеры тестовых заданий.

ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА СТАТИКА

Плоская система сходящихся сил

Темы 1.1; 1.2

Вариант 2

Вопросы	Ответы	Код
<p>1. Определить величину равнодействующей силы.</p> 	<p>39,5 кН</p> <p>44,4 кН</p> <p>19,5 кН</p> <p>Верный ответ не приведен</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p>
<p>2. По известным проекциям на оси координат x и y определить угол наклона равнодействующей к оси Ox. $F_{\Sigma x} = 15$ кН; $F_{\Sigma y} = 8,66$ кН.</p> 	<p>30°</p> <p>20°</p> <p>60°</p> <p>75°</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p>
<p>3. Какой вектор силового многоугольника является равнодействующей силой?</p> 	<p>F_2</p> <p>F_4</p> <p>F_5</p> <p>F_1</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p>
<p>4. Груз F находится в равновесии. Указать, какой из силовых треугольников для шарнира B построен верно</p> 		<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p>
<p>5. Груз F находится в равновесии. Указать, какая система уравнений равновесия верна в этом случае.</p> 	<p>$\sum F_{ix} = R_2 - R_1 \cos 60^\circ - R_3 \cos 45^\circ = 0$ $\sum F_{iy} = R_1 \cos 60^\circ - R_3 \cos 45^\circ = 0$</p> <p>$\sum F_{ix} = R_2 - R_1 \cos 30^\circ - R_3 \cos 45^\circ = 0$ $\sum F_{iy} = R_1 \cos 60^\circ - R_3 \cos 45^\circ = 0$</p> <p>$\sum F_{ix} = R_1 \cos 60^\circ - R_3 \cos 45^\circ + R_2 = 0$ $\sum F_{iy} = R_3 \cos 45^\circ - R_1 \cos 60^\circ = 0$</p> <p>Верный ответ не приведен</p>	<p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p>

ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА
КИНЕМАТИКА

Кинематика точки

Темы 1.7; 1.8

Вариант 1

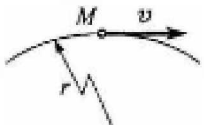
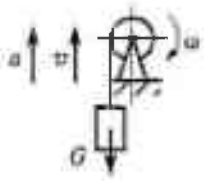
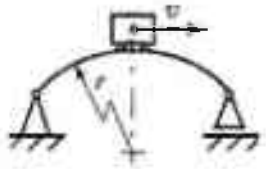
Вопросы	Ответы	Код
<p>1. Точка движется по траектории, имеющей вид восьмерки, согласно уравнению $S = f(t)$. Как изменится a_n в момент перехода с верхней окружности на нижнюю?</p> 	a_n увеличится в 2 раза	1
	a_n уменьшится в 2 раза	2
	a_n увеличится в 4 раза	3
	a_n уменьшится в 4 раза	4
<p>2. Точка движется согласно уравнению $S = 2 + 0,1t^3$. Определить вид движения точки.</p>	Равномерное	1
	Равноускоренное	2
	Равнозамедленное	3
	Неравномерное	4
<p>3. Точка движется по дуге АВ согласно уравнению $S = 0,1t^3 + 0,3t$. Определить начальную скорость и полное ускорение через 2 с движения, если радиус дуги 0,45 м.</p>	$v_0 = 0,1 \text{ м/с}; a = 5,14 \text{ м/с}^2$	1
	$v_0 = 3 \text{ м/с}; a = 1,2 \text{ м/с}^2$	2
	$v_0 = 0,3 \text{ м/с}; a = 5,14 \text{ м/с}^2$	3
	$v_0 = 0,3 \text{ м/с}; a = 5 \text{ м/с}^2$	4
<p>4. По графику скоростей точки определить путь, пройденный за время движения.</p> 	$s = 75 \text{ м}$	1
	$s = 125 \text{ м}$	2
	$s = 175 \text{ м}$	3
	$s = 225 \text{ м}$	4
<p>5. Тело двигалось равноускоренно из состояния покоя 10 с, достигло скорости 50 м/с. Определить путь, пройденный телом за это время.</p>	$s = 200 \text{ м}$	1
	$s = 250 \text{ м}$	2
	$s = 285 \text{ м}$	3
	$s = 315 \text{ м}$	4

ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА
ДИНАМИКА

Движение материальной точки. Метод кинестатики

Тема 1.13

Вариант 1

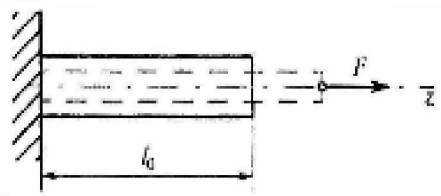
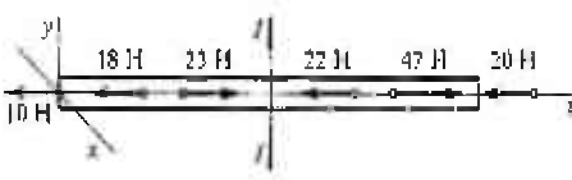
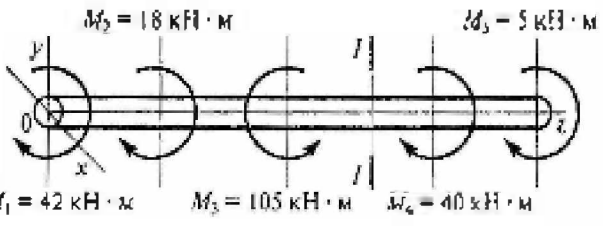
Вопросы	Ответы	Кол
<p>1. К двум материальным точкам $m_1 = 2$ кг и $m_2 = 8$ кг приложены одинаковые силы. Сравните величины ускорений, с которыми будут двигаться эти точки.</p>	$a_1 = \frac{1}{2} a_2$	1
	$a_1 = a_2$	2
	$a_1 = 2a_2$	3
	$a_1 = 4a_2$	4
<p>2. Свободная материальная точка, масса которой равна 8 кг, движется прямолинейно согласно уравнению $s = 2,5t^2$. Определить действующую на нее силу.</p>	$F = 16$ Н	1
	$F = 20$ Н	2
	$F = 40$ Н	3
	$F = 80$ Н	4
<p>3. Точка M движется криволинейно и неравномерно. Выбрать формулу для расчета нормальной составляющей силы инерции.</p> 	$m\dot{v}$	1
	$m\dot{v}^2$	2
	$m \frac{v^2}{r}$	3
	$m\sqrt{(r\dot{v})^2 + (v^2/r)^2}$	4
<p>4. Определить силу натяжения троса барабанной лебедки, перемещающего вверх груз массой 100 кг с ускорением $a = 4$ м/с².</p> 	400 Н	1
	981 Н	2
	1381 Н	3
	1621 Н	4
<p>5. Чему равна сила давления автомобиля на мост при скорости $v = 20$ м/с, когда он находится на середине моста, если вес автомобиля $G = 35$ кН, а радиус кривизны моста $r = 800$ м?</p> 	27,25 кН	1
	33,22 кН	2
	35 кН	3
	36,75 кН	4

ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Основные положения, метод сечений, напряжения

Тема 2.1

Вариант 2

Вопросы	Ответы	Код
<p>1. Прямой брусок нагружен силой F. Какую деформацию получил брусок, если после снятия нагрузки форма бруска восстановилась до исходного состояния?</p> 	Незначительную	1
	Пластическую	2
	Упругую	3
	Остаточную	4
<p>2. В каком случае материал считается однородным? А. Свойства материала не зависят от размера. Б. Материал заполняет весь объем. В. Физико-механические свойства материала одинаковы по всех направлениях. Г. Температура материала одинакова во всем объеме.</p>	А	1
	Б	2
	В	3
	Г	4
<p>3. Установить вид нагружения в сечении I-I.</p> 	Брусок сжат	1
	Брусок растянут	2
	Брусок скручен	3
	Брусок изогнут	4
<p>4. На брусок действуют моменты пар сил в плоскости xy. Определить величину внутреннего скручивающего фактора в сечении I-I.</p> 	40 кН·м	1
	45 кН·м	2
	105 кН·м	3
	165 кН·м	4
<p>5. Какие внутренние силовые факторы вызывают поперечные нормальные напряжения в сечении бруска?</p>	N	1
	Q_x	2
	Q_y	3
	M _x	4

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ
СООБЩЕНИЯ» В Г. РТИЩЕВО
(ФИЛИАЛ СамГУПС В Г. РТИЩЕВО)**

Рассмотрено ЦК:

«__» _____ 20__ г.

Председатель _____

Утверждаю:

Зам. директора по уч. работе

«__» _____ 20__ г.

**Перечень вопросов
к экзамену по дисциплине
ОП. 02. *Техническая механика*
основной профессиональной образовательной программы
по специальности *23.02.06 Техническая эксплуатация
подвижного состава железных дорог*
(Базовая подготовка среднего профессионального
образования)**

Разработал: А.Л. Тишунин

ПЕРЕЧЕНЬ
вопросов к экзамену
по дисциплине «Техническая механика».

К разделу «Статика».

1. Основные понятия и определения «Статики».
2. Аксиомы «Статики».
3. Связи и их реакции.
4. Геометрический метод сложения сил.
5. Проекции силы и векторной суммы сил на ось.
6. Аналитический метод определения значения и направления равнодействующей плоской системы сходящихся сил. Условие равновесия.
7. Пара сил. Эквивалентность пар. Сложение и равновесие пар сил на плоскости.
8. Момент силы относительно точки и оси.
9. Приведение силы к данной точке.
10. Приведение плоской системы сил к данной точке.
11. Уравнения равновесия плоской системы произвольно расположенных сил.
12. Опорные устройства балочных систем.
13. Центр тяжести простых геометрических фигур. Центр тяжести стандартных прокатных профилей.

К разделу «Соппротивление материалов».

1. Понятие о деформации в упругом теле. (Основные термины «Соппротивления материалов»).
2. Основные допущения о свойствах материалов и о характере деформации.
3. Метод сечений. Виды нагружений.
4. Напряжения.
5. Продольные силы при напряжении и сжатии. Построение эпюр продольных сил.
6. Напряжения в сечениях при растяжении и сжатии.
7. Закон Гука. Продольная деформация.
8. Поперечная деформация. Коэффициент Пуассона.
9. Расчеты на прочность при растяжении и сжатии.
10. Понятие о срезе и смятии.
11. Чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге.
12. Кручение. Эпюры крутящих моментов.
13. Напряжение и деформации при кручении.
14. Расчеты на прочность при кручении.
15. Расчеты на жесткость при кручении.
16. Изгиб. Основные понятия.
17. Поперечные силы и изгибающие моменты в сечениях балки.
18. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов.
19. Нормальные напряжения при изгибе.
20. Расчеты на прочность при изгибе.
21. Линейные и угловые перемещения при изгибе. Расчеты на жесткость.

22. Понятие о сложном деформированном состоянии тела.
23. Понятие о теориях прочности.
24. Расчет вала при совместном действии изгиба и кручения.
25. Устойчивость сжатых стержней.
26. Сопротивление усталости. Усталостное разрушение.
27. Прочность при динамических нагрузках.

К разделу «Кинематика».

1. Основные понятия «Кинематики».
2. Уравнения движения точки.
3. Скорость точки.
4. Ускорение точки.
5. Виды движения точки в зависимости от ускорения.
6. Поступательное движение тела.
7. Вращательное движение тела.
8. Связь между линейными и угловыми параметрами точек вращающегося тела.
9. Кинематические графики.
10. Мгновенный центр скоростей. Абсолютная скорость.

К разделу «Динамика».

1. Основные понятия и аксиомы «Динамики».
2. Сила инерции. Метод кинетостатики.
3. Работа и мощность силы при поступательном движении.
4. Работа и мощность при вращательном движении.
5. Трение скольжения. Коэффициент трения скольжения.
6. Трение качения. Коэффициент трения качения.
7. Механический коэффициент полезного действия.
8. Потенциальная и кинетическая энергия.
9. Закон изменения количества движения.
10. Закон изменения кинетической энергии.
11. Уравнение динамики для вращательного движения твердого тела.

К разделу «Детали машин и механизмы».

1. Классификация машин.
2. Основные требования к машинам и деталям.
3. Неразъемные соединения. Заклепочные и сварные соединения деталей.
4. Клеевые соединения. Соединения пайкой, запрессовкой и заформовкой.
5. Резьбовые соединения. Классификация резьб.
6. Назначение и классификация передач вращательного движения.
7. Кинематические и силовые соотношения в передаточных механизмах.
8. Фрикционные передачи. Их назначение и особенности. Кинематические соотношения.
9. Принцип работы, классификация, особенности и область применения зубчатых передач.

10. Геометрия эвольвентного зубчатого зацепления. Определение основных параметров.
11. Краткие сведения о методах изготовления зубчатых колес.
12. Виды разрушения зубьев зубчатых колес.
13. Конические зубчатые передачи. Основные геометрические соотношения.
14. Цепные передачи. Особенности и область применения.
15. Ременные передачи. Особенности и область применения.
16. Червячная передача. Особенности и область применения.
17. Назначение, конструкция и материалы осей и валов.
18. Шпоночные и шлицевые соединения.
19. Подшипники скольжения, подшипники качения. Особенности устройства. Область применения.
20. Назначение и классификация муфт.
21. Редукторы. Конструкция.
22. Механизмы возвратно-поступательного и колебательного движений.
23. Механизмы прерывистого и одностороннего движения.

Перечень литературы для подготовки к экзамену

Перечень рекомендуемых учебных изданий, интернет-ресурсов, дополнительной литературы.

3.2.1. Основные источники:

1. Техническая механика: учебник / Л. Н. Гудимова, Ю. А. Епифанцев, Э. Я. Живаго, А. В. Макаров; под редакцией Э. Я. Живаго. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-4498-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/131016/#1>
2. Сербин Е.П. Техническая механика. учебник / Сербин Е.П. — Москва : КноРус, 2019. — 399 с. — (СПО). : <https://book.ru/book/931903>

3.2.2. Дополнительные источники:

1. Бабичева И.В. Техническая механика. СПО: учебное пособие / Бабичева И.В. — Москва : Русайнс, 2019. — 101 с.: <https://www.book.ru/book/932994>
2. А.М. Лукьянов, М.А. Лукьянов. Техническая механика. ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014 г.

3.2.3. Электронные образовательные программы:

1. Компьютерная программа «Теоретическая механика в примерах и задачах. Разделы «Статика», «Кинематика», «Динамика». Бондаренко А.Н., Новосибирск 2002г.
2. Компьютерная программа – тренажер «Определение проекций сил на оси и моментов сил относительно точки и оси». Бондаренко А.Н., Новосибирск 2002г.
3. Компьютерная программа – тренажер «Вычисление момента силы относительно оси». Косицин А., 1992г.
4. Обучающе – контролирующая мультимедийная компьютерная программа «Соппротивление материалов». УМК МПС России, Москва 2002г.

5. Электронный учебник «Детали машин». УМК МПС России, Москва 2003г.

3.2.4 Интернет-ресурсы:

1. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. <http://fcior.edu.ru/>

2. Единая коллекция Цифровых образовательных ресурсов.
<http://school-collection.edu.ru/>

3. Ресурсы удаленного доступа (INTERNET): При организации дистанционного обучения используются электронные платформы: Zoom,

4. Лекции по технической механике. Режим доступа: <http://www.technical-mechanics.narod.ru>

Критерии оценки:

«5» (отлично) - студент знает не только принципы учебной дисциплины, но и их частные применения, может самостоятельно добывать знания по учебной дисциплине, имеет необходимые практические умения и навыки.

«4» (хорошо) - студент знает принципы учебной дисциплины, но их применения не все; может самостоятельно добывать знания, пользуясь литературой; имеет развитые практические умения, но необязательно навыки.

«3» (удовлетворительно) - студент знает только основные принципы, может самостоятельно добывать знания; частично сформированы умения и навыки.

«2» (неудовлетворительно) - студент не знает принципов учебной дисциплины; частично сформированы умения и навыки, если студент показал полное незнание вопроса, отказался отвечать или не приступил к выполнению заданий.

Задания для самостоятельной работы

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, практические работы, самостоятельная работа обучающихся
1	2
Раздел 1. Статика. Тема 1.1. Основные понятия и аксиомы статике.	Проработка конспекта занятий, выполнение домашнего задания.
Тема 1.2. Плоская система сходящихся сил.	Работа с компьютерной программой – тренажером «Определение проекций сил на оси и моментов сил относительно точки и оси». Бондаренко А.Н., Новосибирск 2002г. электронным пособием «Теоретическая механика в примерах и задачах. Часть 1. Статика» Бондаренко А.Н., Новосибирск 2002г.
Тема 1.3. Плоская система произвольно расположенных сил.	Подготовка к практическим занятиям. Работа с электронным пособием «Теоретическая механика в примерах и задачах. Часть 1. Статика» Бондаренко А.Н., Новосибирск 2002г.
Тема 1.4. Центр тяжести.	Подготовка к практическому занятию. Работа с электронным пособием «Теоретическая механика в примерах и задачах. Часть 1. Статика» Бондаренко А.Н., Новосибирск 2002г. Подготовка к контрольной работе по разделу «Статика»
Раздел 2. Кинематика. Тема 2.1. Основные понятия кинематики, кинематика точки.	Работа с электронным пособием «Теоретическая механика в примерах и задачах. Часть 2. Кинематика» Бондаренко А.Н., Новосибирск 2002г
Тема 2.2. Кинематика тела.	Подготовка к практическому занятию. Работа с электронным пособием «Теоретическая механика в примерах и задачах. Часть 2. Кинематика» Бондаренко А.Н., Новосибирск 2002г.
Раздел 3. Динамика. Тема 3.1. Основные понятия и аксиомы динамики.	Работа с электронным пособием «Теоретическая механика в примерах и задачах. Часть 3. Динамика» Бондаренко А.Н., Новосибирск 2002г.
Тема 3.2. Работа и мощность.	Подготовка к практическому занятию. Работа с электронным пособием «Теоретическая механика в примерах и задачах. Часть 3. Динамика» Бондаренко А.Н., Новосибирск 2002г.
Раздел 4. Сопротивление материалов. Тема 4.1. Основные понятия, гипотезы и допущения сопротивления материалов.	Работа с обучающе – контролирующей мультимедийной компьютерной программой «Сопротивление материалов». УМК МПС России, Москва 2002г. Раздел: «Основные положения», темы: «Задачи сопротивления материалов», «Классификация нагрузок. Основные допущения». «Метод сечений. Виды нагружений». «Напряжения».
Тема 4.2. Растяжение и сжатие.	Подготовка к лабораторному занятию. Работа с обучающе – контролирующей мультимедийной компьютерной программой «Сопротивление материалов». УМК МПС России, Москва 2002г. Раздел: «Растяжение и сжатие», темы: «Нормальные силы и напряжения в поперечном сечении бруса». «Перемещения и деформации. Закон Гука».
Тема 4.3. Срез и смятие.	Работа с обучающе – контролирующей мультимедийной компьютерной программой «Сопротивление материалов». УМК МПС России, Москва 2002г. Раздел: «Практические расчеты на срез и смятие», тема: «Основные расчетные предпосылки и формулы. Примеры расчета».
Тема 4.4. Кручение.	Подготовка к лабораторному занятию. Работа с обучающе – контролирующей мультимедийной компьютерной программой «Сопротивление материалов». УМК МПС России, Москва 2002г. Раздел: «Сдвиг и кручение», темы: «Сдвиг», «Кручение».
Тема 4.5. Изгиб.	Подготовка к лабораторному занятию. Подготовка к практическому занятию. Работа с обучающе – контролирующей мультимедийной компьютерной программой «Сопротивление материалов». УМК МПС России, Москва 2002г. Раздел: «Изгиб прямого бруса».
Тема 4.6. Сопротивление усталости.	Работа с обучающе – контролирующей мультимедийной компьютерной программой «Сопротивление материалов». УМК МПС России, Москва 2002г. Раздел: «Расчет на усталость».
Тема 4.7. Прочность при динамических нагрузках.	Проработка конспекта занятий, выполнение домашнего задания.
Тема 4.8. Устойчивость сжатых стержней.	Работа с обучающе – контролирующей мультимедийной компьютерной программой «Сопротивление материалов». УМК МПС России, Москва 2002г. Раздел: «Устойчивость сжатых стержней». Подготовка к контрольной работе.

Раздел 5. Детали машин. Тема 5.1. Основные понятия и определения.	Работа с электронным учебником «Детали машин». УМК МПС России. Москва 2003г. Раздел «Основные положения». Проработка конспекта занятий, выполнение домашнего задания.
Тема 5.2. Соединения деталей. Разъемные и неразъемные соединения.	Работа с электронным учебником «Детали машин». УМК МПС России. Москва 2003г. Раздел «Соединения деталей машин».
Тема 5.3. Передачи вращательного движения.	Подготовка к лабораторным занятиям. Работа с электронным учебником «Детали машин». УМК МПС России. Москва 2003г. Раздел «Механические передачи».
Тема 5.4. Валы и оси, опоры.	Работа с электронным учебником «Детали машин». УМК МПС России. Москва 2003г. Разделы «Валы, оси». «Подшипники».
Тема 5.5. Муфты.	Работа с электронным учебником «Детали машин». УМК МПС России. Москва 2003г. Раздел «Муфты».

Рецензия

**на комплект контрольно-оценочных средств
по дисциплине ОП.02 Техническая механика специальности
23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава
железных дорог.**

Комплект контрольно-оценочных средств по дисциплине ОП.02 Техническая механика разработан для обеспечения выполнения требований Федерального государственного образовательного стандарта к минимуму содержания и подготовки специалистов по специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог

Комплект контрольно-оценочных средств включает в себя следующие элементы:

- паспорт;
- результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке;
- оценка освоения учебной дисциплины;
- формы и методы оценивания;
- кодификатор оценочных средств;
- задания для оценки освоения дисциплины.

В данном комплекте контрольно-оценочных средств представлены задания для текущего, рубежного и итогового контроля, для оценки освоения учебной дисциплины используются различные формы и методы контроля. Задания для текущего контроля знаний обучающихся представленные по всем темам согласно рабочей программы, отличаются разнообразием и направлены не только на формальное выполнение, но и на развитие познавательной активности. Тестовые задания, задания на практические и лабораторные занятия содержат достаточное количество вариантов для обеспечения объективности контроля.

Представленный комплект контрольно-оценочных средств по дисциплине Техническая механика соответствует требованиям ФГОС и может быть рекомендован к использованию в учебном процессе.

Рецензент



Т.Л. Дрожжина преподаватель
филиала СамГУПС в г. Ртищево

Рецензия

на комплект контрольно-оценочных средств
по дисциплине ОП.02 Техническая механика специальности
23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава
железных дорог.

Комплект контрольно-оценочных средств по дисциплине ОП.02 Техническая механика разработан для обеспечения выполнения требований Федерального государственного образовательного стандарта к минимуму содержания и подготовки специалистов по специальности 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог.

В данном комплекте контрольно-оценочных средств представлены задания для текущего, рубежного и итогового контроля, для оценки освоения учебной дисциплины используются различные формы и методы контроля. Задания для текущего контроля знаний обучающихся представлены по всем темам согласно рабочей программы, отличаются разнообразием и направлены не только на формальное выполнение, но и на развитие познавательной активности. Тестовые задания, задания на практические занятия содержат достаточное количество вариантов для обеспечения объективности контроля.

Представленный комплект контрольно-оценочных средств по дисциплине Техническая механика соответствует требованиям ФГОС и может быть рекомендован к использованию в учебном процессе.

Рецензент



Кашкин Дмитрий Владимирович
начальник производственного
участка Ртищево Юго-Восточной
Дирекции по ремонту тягового
подвижного состава структурного
подразделения Дирекции по ремонту
тягового подвижного состава –
филиала ОАО «РЖД»