

МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
«РОСТОВСКИЙ-НА-ДОНУ АВТОТРАНСПОРТНЫЙ КОЛЛЕДЖ»
(ГБПОУ РО «РАТК»)

**Областной дистанционный конкурс-фестиваль
методических разработок: пособий, авторских программ, педагогической
документации «Техническая механика. Традиции и современность»
среди преподавателей технической механики**

Номинация:

«Лучшая методическая разработка учебного занятия»

*Методическая разработка лекционного учебного занятия
по дисциплине ОП.02 Техническая механика.
Тема: «Трение»*

для специальности среднего профессионального образования
23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов
автомобилей

Автор: Серeda Павел Олегович, преподаватель ГБПОУ РО «Ростовский-на-
Дону автотранспортный колледж».

Ростов-на-Дону

2022

СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка.....	2
Технологическая карта учебного занятия.....	4
Этапы и хронология учебного занятия.....	6
Заключение.....	13
Список используемой литературы (источников) и Интернет-ресурсов.....	14
Приложение 1.....	15
Приложение 1.....	22

Пояснительная записка

Значение трения в технике трудно переоценить. На трении основана работа ременных и фрикционных передач, тормозных устройств, фрикционных муфт и других систем и механизмов. Трение обеспечивает сцепление с землей и, следовательно, работу автомобилей и других транспортных машин. Наряду с этим трение во многих случаях является вредным сопротивлением, на преодоление которого нередко затрачивается весьма большое количество энергии. Эти затраты энергии стремятся уменьшить различными техническими средствами.

Однако во многих учебниках по технической механике данной теме уделено слишком мало внимания, или тема вообще отсутствует.

Методической идеей данной разработки является реализация *практико-ориентированного* подхода в СПО на уровне общепрофессиональных дисциплин. Достижение методической идеи заключается в строго структурированном и сжатом изложении теоретического материала по теме занятия, с обязательным приложением каждого этапа изучения **теории на практике**. С этой целью в ходе занятия рассматривается алгоритм решения прикладных задач, непосредственно связанных со специальностью студентов (23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей).

В качестве **цифровых учебных и оценочных материалов** для данного занятия разработаны:

1. Презентация, содержащая теоретический материал по теме занятия, а так же примеры решения задач по **автотранспортной тематике** с элементами анимации для активизации работы студентов на занятии. Т.е. предполагается не просто изложение алгоритма решения прикладных задач, а самостоятельная работа студентов по действиям при каждом шаге решения задачи, и только затем демонстрация правильных действий.

2. Электронное учебное пособие, содержащее теоретический материал по теме занятия, примеры решения прикладных автотранспортных задач, а так же **электронную систему тестирования** по рассматриваемой теме и **задачи для самостоятельного решения**. Приведены критерии оценки, как по тестированию, так и по результатам решения задач для перевода автоматически выданных процентов правильных решений (ответов) в баллы.

Применение системы тестирования и решения задач может быть проведено как в рамках аудиторного занятия, так и в качестве домашнего задания. Электронное учебное пособие со встроенной в него системой тестирования и решения задач может работать как в автономном режиме (без использования сети «Интернет»), так и в сети «Интернет» с автоматической рассылкой результатов студентов преподавателю.

Предлагаемая разработка в совокупности с электронными учебными и оценочными средствами повышает эффективность и качество процесса овладения знаниями и позволяет:

- повышать наглядность и оперативность подачи учебного материала;

- проводить постоянный мониторинг усвоения учебного материала;
- расширять возможности самостоятельной работы с учебным материалом;
- обеспечивать гибкость организации учебного процесса;
- реализовать практико-ориентированный подход в обучении;
- сочетать работу в компьютерном кабинете с самостоятельной работой во внеурочное время.

Применение электронных тестовых оболочек, как в форме вопросов, так и в форме самостоятельного решения прикладных задач позволяет проводить быстрый, объективный, качественный контроль усвоения учебного материала.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОГО ЗАНЯТИЯ

Профессия/специальность	23.02.07 «Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей»
Учебная дисциплина	ОП.02. Техническая механика; Раздел 1. Теоретическая механика
Участники занятия	студенты группы: 2Т-1
Тема занятия	Трение
Регламент занятия	90 минут
Тип занятия	Учебное занятие по изучению нового материала и первичному закреплению
Форма проведения	фронтальная, групповая и индивидуальная
Вид урока	Лекция
Место проведения занятия	учебный кабинет технической механики
Технологии обучения	Объяснительно-иллюстративная/ информационно-коммуникационная
Метод обучения:	проблемное обучение, проблемное изложение
Цели учебного занятия:	
обучающие	<ul style="list-style-type: none">- изучить новый материал и систематизировать знания студентов по теме «Трение»;-приобщить студентов к систематизации и представлению теоретических знаний для продуктивного решения прикладных задач;- проверить уровень понимания студентами пройденных вопросов, степень и качество усвоения.
развивающие	<ul style="list-style-type: none">- способствовать развитию умения сравнивать, обобщать, анализировать, использовать учебный материал;- способствовать развитию логического мышления;- способствовать развитию умения работать в команде.

воспитательные

- воспитание культуры общения;
- воспитание потребности в практическом использовании теоретических знаний;
- стремиться к воспитанию чувства взаимопомощи.

методические

- реализация практико-ориентированного подхода путем применения современных цифровых технологий в ходе пошагового использования полученных знаний для решения прикладных задач;
- применение современных цифровых технологий в процессе обучения для повышения наглядности учебного материала, доступности материала (как в аудиторной, так во внеаудиторной деятельности), осуществлении оперативного контроля усвоения;
- повышение квалификации и саморазвитие преподавателя.

Межпредметные связи: Математика, Физика, Материаловедение, Информатика.

Формируемые компетенции:

ОК-1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.

ОК-3. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.

ОК-6. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей.

ОК-9. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.

ПК 1.3. Проводить ремонт различных типов двигателей в соответствии с технологической документацией.

ПК 3.3. Проводить ремонт трансмиссии, ходовой части и органов управления автомобилей в соответствии с технологической документацией.

Обеспечение учебного занятия

Аппаратное обеспечение: мультимедийное оборудование (экран, проектор), персональный компьютер.

Программное обеспечение: Microsoft office (программа Power Point);

Учебно-методическое обеспечение:

- анимированная презентация к учебному занятию (приложение 1);
- электронное учебное пособие со встроенными: системой тестирования и задачами для самостоятельного решения с автоматической оценкой результатов (приложение 2).

Этапы и хронология учебного занятия

Этапы	Время	Содержание педагогического взаимодействия		Прогнозируемые результаты	Учебно-методическое обеспечение
		Деятельность преподавателя	Деятельность обучающихся		
Подготовительный (организационный)	10 мин	<p>1. Приветствие студентов, проверка наличия студентов на занятии, сообщение темы занятия, постановка целей и задач занятия.</p> <p>2. Организация беседы о значимости явления трения в повседневной жизни и технике.</p> <p>3. Обсуждение результатов беседы, оценка наиболее активных студентов, дающих правильные ответы.</p>	<p>1. Приветствие преподавателя, сообщение об отсутствующих на уроке.</p> <p>2. Студенты самостоятельно отвечают на вопросы преподавателя:</p> <ul style="list-style-type: none"> - назовите системы и механизмы автомобиля в которых трение способствует эффективности их работы? - назовите системы и механизмы автомобиля в которых трение является вредным явлением? - какие технические средства и способы применяются для снижения трения в механизмах и системах автомобиля? 	<p>1. Сформулированы цели и задачи урока. Студенты осознают важность и актуальность изучаемой темы в своей будущей профессиональной деятельности.</p> <p><i>2. Познавательные:</i> умение обобщать и классифицировать информацию по признакам.</p> <p><i>3. Регулятивные:</i> умение определять успешность выполнения своего задания в диалоге с преподавателем.</p> <p><i>4. Коммуникативные:</i> умение строить речевые высказывания в соответствии с поставленными задачами.</p>	<p>ПК, мультимедийный проектор, экран</p> <p>Презентация по теме занятия (слайд 1).</p>

<p>Основной (изучение нового материала)</p> <p><i>1-й учебный вопрос: «Понятие о трении. Классификации трения по наличию и характеру движения»</i></p>	<p>60 мин.</p>	<p>1. Объяснение учебного материала с использованием презентации.</p>	<p>Студенты конспектируют учебный материал, по необходимости задают вопросы с целью уточнения ситуации и получения дополнительной информации.</p>	<p>1. Дополнительная информация получена.</p> <p><i>2.Познавательные:</i> умение обобщать и классифицировать информацию по признакам.</p> <p><i>3.Коммуникативные:</i> умение строить речевые высказывания в соответствии с поставленными задачами.</p>	<p>ПК, мультимедийный проектор, экран Презентация по теме занятия (слайд 2).</p>
	<p>5 мин.</p>				
<p><i>2-й учебный вопрос: «Трение скольжения»</i></p>	<p>5 мин.</p>	<p>1. Объяснение учебного материала с использованием презентации.</p>	<p>Студенты конспектируют учебный материал, по необходимости задают вопросы с целью уточнения ситуации и получения дополнительной информации.</p>	<p>1. Дополнительная информация получена.</p> <p><i>2.Познавательные:</i> умение обобщать и классифицировать информацию по признакам.</p> <p><i>3.Коммуникативные:</i> умение строить речевые высказывания в соответствии с поставленными задачами.</p>	<p>ПК, мультимедийный проектор, экран Презентация по теме занятия (слайд 3).</p>

<p>3-й учебный вопрос: «Законы Кулона»</p>	<p>15 мин.</p>	<p>1. Объяснение учебного материала с использованием презентации.</p> <p>2. Поэтапное объяснение применения изученного теоретического материала (с использованием анимации) для решения прикладных задач, соответствующих будущей профессиональной деятельности студентов.</p> <p>3. Оценка наиболее активных студентов, предлагающих правильные действия по этапам решения прикладных задач.</p>	<p>1. Студенты конспектируют учебный материал, по необходимости задают вопросы с целью уточнения ситуации и получения дополнительной информации.</p> <p>2. Студенты участвуют в решении прикладных задач, самостоятельно высказывают мнения о каждом этапе решения задачи.</p>	<p>1. Дополнительная информация получена.</p> <p>2. Поиск решения проблемы (задачи), высказывания, студентов в соответствии с целевой установкой.</p> <p>3. <i>Познавательные:</i> умение обобщать и классифицировать информацию по признакам.</p> <p>4. <i>Регулятивные:</i> умение определять успешность выполнения своего задания в диалоге с преподавателем.</p> <p>5. <i>Коммуникативные:</i> умение строить речевые высказывания в соответствии с поставленными задачами.</p>	<p>ПК, мультимедийный проектор, экран Презентация по теме занятия (слайд 4,5,6,7,8).</p>
--	--------------------	---	--	---	--

<p>4-й учебный вопрос: «Трение на наклонной плоскости»</p>	<p>10 мин.</p>	<p>1. Объяснение учебного материала с использованием презентации.</p> <p>2. Поэтапное объяснение применения изученного теоретического материала (с использованием анимации) для решения прикладных задач, соответствующих будущей профессиональной деятельности студентов.</p> <p>3. Оценка наиболее активных студентов, предлагающих правильные действия по этапам решения прикладных задач.</p>	<p>1. Студенты конспектируют учебный материал, по необходимости задают вопросы с целью уточнения ситуации и получения дополнительной информации.</p> <p>2. Студенты участвуют в решении прикладных задач, самостоятельно высказывают мнения о каждом этапе решения задачи.</p>	<p>1. Дополнительная информация получена.</p> <p>2. Поиск решения проблемы (задачи), высказывания, студентов в соответствии с целевой установкой.</p> <p>3. <i>Познавательные:</i> умение обобщать и классифицировать информацию по признакам.</p> <p>4. <i>Регулятивные:</i> умение определять успешность выполнения своего задания в диалоге с преподавателем.</p> <p>5. <i>Коммуникативные:</i> умение строить речевые высказывания в соответствии с поставленными задачами.</p>	<p>ПК, мультимедийный проектор, экран Презентация по теме занятия (слайд 9,10).</p>
--	----------------	---	--	---	--

<p>5-й учебный вопрос: «Трение качения»</p>	<p>15 мин.</p>	<p>1. Объяснение учебного материала с использованием презентации.</p> <p>2. Поэтапное объяснение применения изученного теоретического материала (с использованием анимации) для решения прикладных задач, соответствующих будущей профессиональной деятельности студентов.</p> <p>3. Оценка наиболее активных студентов, предлагающих правильные действия по этапам решения прикладных задач.</p>	<p>1. Студенты конспектируют учебный материал, по необходимости задают вопросы с целью уточнения ситуации и получения дополнительной информации.</p> <p>2. Студенты участвуют в решении прикладных задач, самостоятельно высказывают мнения о каждом этапе решения задачи.</p>	<p>1. Дополнительная информация получена.</p> <p>2. Поиск решения проблемы (задачи), высказывания, студентов в соответствии с целевой установкой.</p> <p>3. <i>Познавательные:</i> умение обобщать и классифицировать информацию по признакам.</p> <p>4. <i>Регулятивные:</i> умение определять успешность выполнения своего задания в диалоге с преподавателем.</p> <p>5. <i>Коммуникативные:</i> умение строить речевые высказывания в соответствии с поставленными задачами.</p>	<p>ПК, мультимедийный проектор, экран Презентация по теме занятия (слайд 11,12, 13, 14,15).</p>
---	--------------------	---	--	---	--

<p>6-й учебный вопрос: «Устойчивость к опрокидыванию»</p>	<p>10 мин.</p>	<p>1. Объяснение учебного материала с использованием презентации.</p> <p>2. Поэтапное объяснение применения изученного теоретического материала (с использованием анимации) для решения прикладных задач, соответствующих будущей профессиональной деятельности студентов.</p> <p>3. Оценка наиболее активных студентов, предлагающих правильные действия по этапам решения прикладных задач.</p>	<p>1. Студенты конспектируют учебный материал, по необходимости задают вопросы с целью уточнения ситуации и получения дополнительной информации.</p> <p>2. Студенты участвуют в решении прикладных задач, самостоятельно высказывают мнения о каждом этапе решения задачи.</p>	<p>1. Дополнительная информация получена.</p> <p>2. Поиск решения проблемы (задачи), высказывания, студентов в соответствии с целевой установкой.</p> <p>3. <i>Познавательные:</i> умение обобщать и классифицировать информацию по признакам.</p> <p>4. <i>Регулятивные:</i> умение определять успешность выполнения своего задания в диалоге с преподавателем.</p> <p>5. <i>Коммуникативные:</i> умение строить речевые высказывания в соответствии с поставленными задачами.</p>	<p>ПК, мультимедийный проектор, экран Презентация по теме занятия (слайд 16,17,18, 19).</p>
---	--------------------	---	--	---	--

Контроль	15 мин.	<p>1. Организация тестирования по пройденному материалу с использованием встроенной в прилагаемое учебное пособие электронной системы.</p> <p>2. Оценка студентов по результатам тестирования. Выдача рекомендаций.</p>	Студенты проходят тестирование по изученному материалу с использованием ПК или других коммуникационных средств.	<p>1. Оценка правильности действий и рассуждений студентов.</p> <p>2. Поиск решения проблемы (задачи) в соответствии с целевой установкой.</p> <p>3. <i>Познавательные:</i> умение обобщать и классифицировать информацию.</p> <p>4. <i>Регулятивные:</i> умение определять успешность выполнения своего задания.</p>	<p>Серeda П.О. Техническая механика: электронное учебное пособие по теме «Трение». Ростов-на-Дону.: ГБПОУ РО «РАТК», 2022. – 8,5Мб. Раздел: «Тестирование».</p>
Заключение (подведение итогов, рефлексия)	5 мин.	Подводит итоги занятия, выставляет и объявляет оценки наиболее активным студентам по результатам их деятельности. Выдает домашнее задание.	Студенты участвуют в общей дискуссии, формулируют конечный результат своей работы на занятии, записывают домашнее задание. Проводится собственная оценка результатов занятия в целом и своей учебной деятельности в частности.	Формирование умений студентов организовывать собственную деятельность, определять методы и способы выполнения практических задач с использованием полученных теоретических знаний, оценивать их эффективность и качество.	ПК, мультимедийный проектор, экран Презентация по теме занятия (слайд 20, 21).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методическая разработка предполагает обязательное использование анимированной презентации и электронного учебного пособия.

Эффективное применение презентации в ходе занятия достигается сжатым и логичным изложением теоретического материала, наиболее важные сведения выделены цветом. После изучения каждого этапа теории рассматриваются варианты решения прикладных задач, непосредственно связанных со специальностью студентов. Использование анимации предполагает выслушивание мнений студентов на каждом шаге решения задачи, их самостоятельной работы, с последующей демонстрацией правильных действий.

Использование электронного учебного пособия предлагается на следующих этапах изучения темы:

- проведение тестирования в ходе занятия после изучения нового материала;
- прохождение тестирования студентами в качестве домашнего задания (дополнительно, в качестве улучшения личного результата);
- повторение материала по изучаемой теме в качестве домашнего задания;
- подготовка к практическому занятию по изучаемой теме с помощью раздела «Задачи для самостоятельного решения».

Дополнительные (альтернативные) варианты использования электронного учебного пособия:

- самостоятельное изучение материала студентами, отсутствующими на занятии (болезнь, командировка и др.);
- самостоятельное прохождение тестирования отсутствующими студентами и получение оценки по теме;
- самостоятельное решение отсутствующими студентами предлагаемых в электронном пособии задач и получение оценки за практическую работу.

Применение данной разработки возможно и в других учебных заведениях СПО для студентов аналогичной специальности или родственных специальностей.

Применение разработки и ее приложений для других специальностей требует подбора и (или) разработки новых прикладных задач.

Список используемой литературы (источников) и Интернет-ресурсов

1. Вереина Л.И. Основы технической механики: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Л.И. Вереина. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – с.22-25.

2. Серeda П.О. Техническая механика: электронное учебное пособие по теме «Трение». Ростов-на-Дону: ГБПОУ РО «РАТК», 2022. – 8,5 Мб.

3. Техническая механика : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Л.И. Вереина, М.М. Краснов. - М.: Издательский центр «Академия», 2018. – с. 23-26.

4. Техническая механика : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / А.А. Эрдеди, Н.А. Эрдеди. – М.: Издательский центр «Академия», 2019. – с. 45-56.

5. <http://www.teoretmeh.ru/>

Ссылка для скачивания файла с презентацией с расширением «pptx»:
<https://disk.yandex.ru/d/ziEx16f9pPGkOQ>

Слайд 1

1

ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Раздел 1. Теоретическая механика

ТЕМА: «ТРЕНИЕ»

Преподаватель: Серeda П.О.

ГБПОУ РО Ростовский-на-Дону
автотранспортный колледж «РАТК»

Слайд 2

2

Трение – явление сопротивления относительно перемещению, возникающее между двумя телами в зонах соприкосновения поверхностей по касательной к ним.

Классификации трения по наличию и характеру движения

```

    graph TD
      A[Трение] --> B[Трение покоя]
      A --> C[Трение движения]
      C --> D[Трение скольжения]
      C --> E[Трение качения]
      C --> F[Трение качения с проскальзыванием]
      
```

Трением покоя называется трение двух тел при микросмещениях без макросмещения (т. е. при малом относительном перемещении тел в пределах перехода от покоя к относительному движению).

Трением движения называется трение двух тел, находящихся в относительном движении.

Слайд 3

3

Трение скольжения

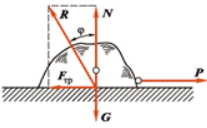
Трением скольжения называется трение движения, при котором скорости тел в точке касания различны по значению и (или) направлению.

Трение характеризуется силой трения.

Сила трения есть сила сопротивления относительно перемещению двух тел.

Если постепенно увеличивать сдвигающую силу P , то до определенного ее значения тело будет оставаться в покое; при дальнейшем увеличении силы P тело придет в движение.

Максимальное значение сила трения покоя имеет в момент начала относительного движения.



Сила трения всегда направлена в сторону, противоположную направлению относительного движения тела.

Слайд 4

В XVIII в. французские ученые Г. Амонтон, а затем Ш. Кулон провели серьезные исследования в области трения и на основе их сформулировали три основных закона *трения скольжения*, обычно называемых *законами Кулона*:

1. *Сила трения не зависит от величины площади трущихся поверхностей.*
2. *Максимальная сила трения прямо пропорциональна нормальной составляющей внешних сил, действующих на поверхности тела.*
3. *Сила трения зависит от материала тел, состояния трущихся поверхностей, наличия и рода смазки.*

Первый закон можно подтвердить следующими соображениями. Если площадь трущихся поверхностей увеличится, то увеличится и количество сцепляющихся неровностей, но уменьшится давление (на единицу площади) и сопротивление относительно перемещению останется прежним.

Второй закон говорит о том, что если увеличится нормальная составляющая внешних сил, действующих на поверхности тела (иначе говоря, увеличится сила нормального давления или реакции), то во столько же раз возрастет максимальная сила трения.

Согласно третьему закону в зависимости от наличия между сопрягаемыми поверхностями слоя смазки трение подразделяется на два вида: *трение без смазочного материала* и *трение в условиях смазки*.

Слайд 5

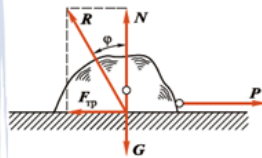
Отношение силы трения $F_{\text{тр}}$ к нормальной составляющей N внешних сил, действующих на поверхности тела, называется коэффициентом трения скольжения, и обозначается f (при наибольшей силе трения покоя это отношение называется *коэффициентом сцепления*).

$$f = \frac{F_{\text{тр}}}{N} \text{ или } F_{\text{тр}} = fN.$$

В результате второй закон трения скольжения можно сформулировать так: *Сила трения равна коэффициенту трения скольжения, умноженному на силу нормального давления или реакции.*

Очевидно, что коэффициент трения скольжения – величина безразмерная. Нормальная реакция N опорной поверхности и сила трения $F_{\text{тр}}$ дают равнодействующую R , которая называется *полной реакцией опорной поверхности*:

$$R = N + F_{\text{тр}}.$$



Полная реакция R составляет с нормалью к опорной поверхности какой-то угол. Максимальное значение этого угла (что будет в момент начала движения) называется *углом трения*.

$$F_{\text{тр}} = N \operatorname{tg} \varphi. \quad f = \operatorname{tg} \varphi.$$

т. е. коэффициент трения скольжения равен тангенсу угла трения.

Слайд 6

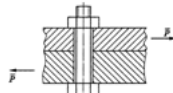
Коэффициент трения скольжения определяют опытным путем; значения его для различных условий приведены в справочниках.

Ориентировочные значения коэффициентов f трения скольжения (при покое):

Металл по металлу без смазки	0,15 ... 0,30
То же, со смазкой	0,10 ... 0,18
Дерево по дереву без смазки.	0,40 ... 0,60
Кожа по чугуну без смазки	0,30 ... 0,50
То же, со смазкой	0,15
Сталь по льду	0,02

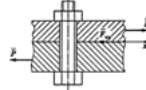
Слайд 7

Определить необходимую силу затяжки болта, скрепляющего две стальные полосы, разрываемые силой $P=2\text{кН}$. Болт поставлен с зазором и не должен работать на срез. Коэффициент трения между листами равен 0,2.



Решение

Так как болт поставлен с зазором и не должен работать на срез, то две силы величиной P должны уравновешиваться силой трения в стыке полос и на опорной поверхности болта и гайки.



Составим уравнение равновесия полосы:

$$-F_{\text{тр}} + P = 0,$$

где $F_{\text{тр}} = S \cdot f$ – максимальное значение силы трения, S – сила затяжки болта, f – коэффициент трения.

Тогда:

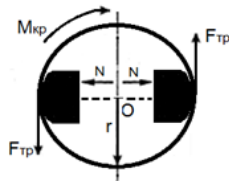
$$S = \frac{P}{f} = \frac{2}{0,2} = 10\text{кН}.$$

Слайд 8

Вал вращается с моментом $M_{\text{кр}}=100\text{ Н}\cdot\text{м}$. На валу заключен тормозной барабан, радиус r которого равен 25 см. Найти, с какой силой N надо прижимать к барабану тормозные колодки, чтобы колесо оставалось в покое, если коэффициент трения покоя f между колесом и колодками равен 0,25.

Решение

Изобразим силы, действующие на барабан:



Составим уравнение равновесия системы для моментов относительно точки O :

$$-F_{\text{тр}} \cdot 2r + M_{\text{кр}} = 0.$$

$$\text{Тогда: } F_{\text{тр}} = \frac{M_{\text{кр}}}{2r} = \frac{100\text{ Н}\cdot\text{м}}{2 \cdot 0,25\text{ м}} = 200\text{ Н}$$

Поскольку $F_{\text{тр}} = f \cdot N$,

то

$$N = \frac{F_{\text{тр}}}{f} = \frac{200\text{ Н}}{0,25} = 800\text{ Н}.$$

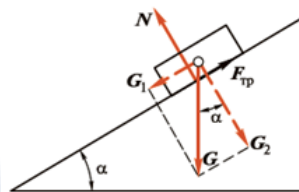
Слайд 9

Трение на наклонной плоскости

Рассмотрим тело, лежащее на шероховатой наклонной плоскости, составляющей угол α с горизонтальной плоскостью.

Разложим силу G на составляющие G_1 и G_2 , параллельную и перпендикулярную наклонной плоскости. Модули этих составляющих определим по следующим формулам:

$$G_1 = G \sin \alpha; \quad G_2 = G \cos \alpha.$$



Составляющая G_1 стремится сдвинуть тело вдоль наклонной плоскости. Полностью или частично эта составляющая уравновешивается силой трения; согласно второму закону трения скольжения, ее максимальное значение равно:

$$F_{\text{тр}} = fN = fG \cos \alpha,$$

где f – коэффициент трения скольжения тела по наклонной плоскости.

Для того чтобы тело, лежащее на наклонной плоскости, находилось в равновесии, движущая сила G_1 должна быть по модулю равна силе трения $F_{\text{тр}}$.

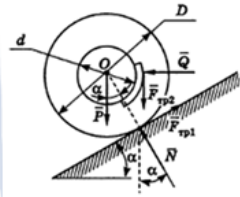
Для того чтобы тело, лежащее на наклонной плоскости, заведомо не скользило вниз под действием собственной силы тяжести, должно быть соблюдено условие: $G_1 < F_{\text{тр}}$. Т.е. угол наклона плоскости должен быть меньше угла трения:

$$\alpha < \varphi.$$

Слайд 10

10

Автомобиль удерживается с помощью тормозов на наклонной части дороги. При перемещении тормозной педали на 2 см тормозные колодки дисковых тормозов перемещаются на 0,2 мм. Диаметр рабочей части диска $d=220$ мм, нагруженный диаметр колеса $D=520$ мм, вес автомобиля 14 кН. Определить, с какой силой N водитель должен нажимать на педаль тормоза, если угол наклона дороги $\alpha=20^\circ$. Трением качения пренебречь. Коэффициент трения скольжения между тормозными колодками и диском $f=0,5$. Тормоза всех колес работают одинаково.



Решение
Запишем уравнение равновесия для моментов всех сил относительно центра O:
$$F_{тр1} \frac{D}{2} - F_{тр2} \frac{d}{2} = 0.$$

$$F_{тр1} = \frac{1}{4} P \sin \alpha, \quad F_{тр2} = \frac{1}{4} fN.$$

Следовательно:
$$N = \frac{DP \sin \alpha}{fd}.$$

Усилие, исходящее от водителя увеличивается в соотношении $n = \frac{2 \text{ см}}{0,2 \text{ мм}} = \frac{20 \text{ мм}}{0,2 \text{ мм}} = 100$

То сила нажима на педаль тормоза равна: $N = \frac{DP \sin \alpha}{nfd} = \frac{520 \cdot 14 \cdot \sin 20^\circ}{100 \cdot 0,5 \cdot 220} = 0,226 \text{ кН}.$

Слайд 11

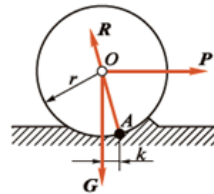
11

Трение качения

Трением качения называется трение движения, при котором скорости соприкасающихся тел в точках касания одинаковы по значению и направлению.

Если движение двух соприкасающихся тел происходит при одновременном качении и скольжении, то в этом случае возникает *трение качения с проскальзыванием*.

Если сила P не действует, то сила G будет уравновешиваться реакцией R опорной плоскости и цилиндр будет находиться в покое (реакция R будет вертикальна).



При действии силы P произойдет перераспределение давлений на опорную поверхность и полная реакция R пройдет через какую-то точку A и через точку O (согласно теореме о равновесии трех непараллельных сил).

При каком-то критическом значении силы P цилиндр придет в движение и будет равномерно перекатываться по опорной плоскости, а точка A займет крайнее правое положение.

Слайд 12

12

Обозначим k максимальное значение плеча силы G относительно точки A . Тогда в случае равномерного перекатывания цилиндра (т.е. равновесия)

$$\sum M_A = 0$$

или

$$-Pr + Gk = 0,$$

причем плечо силы P вследствие незначительности деформаций тел считаем равным радиусу r цилиндра (сила P — горизонтальная). Из последнего равенства определим силу, необходимую для равномерного качения цилиндра:

$$P = \frac{kG}{r}.$$

Максимальное значение плеча k называется коэффициентом трения качения; он имеет размерность длины и выражается в сантиметрах или миллиметрах.

Из полученной формулы видно, что усилие, необходимое для перекатывания катка, прямо пропорционально его весу и обратно пропорционально радиусу катка.

Слайд 13

13

Коэффициент трения качения определяется опытным путем, его значения для различных условий приводятся в справочниках.

Ориентировочные значения коэффициентов трения качения (в см):

Мягкая сталь по мягкой стали	0,005
Закаленная сталь по закаленной стали	0,001
Чугун по чугуну	0,005
Дерево по стали	0,03...0,04
Дерево по дереву	0,05...0,08
Резиновая шина по шоссе	0,24

Коэффициент трения качения практически не зависит от скорости движения тела.

Слайд 14

14

Составим три уравнения равновесия катка:

$$\sum X = 0; \quad P - F_{\text{тр}} = 0;$$

$$\sum Y = 0; \quad N - G = 0;$$

$$\sum M_A = 0; \quad -Pr + Gk = 0.$$

Из этих уравнений получаем

$$P = F_{\text{тр}}; \quad N = G; \quad Pr = Gk.$$

Введем обозначения $Pr = M$, $Gk = M_{\text{тр}}$, где M — момент качения, $M_{\text{тр}}$ — момент трения.

Возможны следующие частные случаи движения катка:

- $M \geq M_{\text{тр}}$, но $P < F_{\text{тр}}$ — только качение;
- $M < M_{\text{тр}}$, но $P > F_{\text{тр}}$ — только скольжение;
- $M > M_{\text{тр}}$, но $P > F_{\text{тр}}$ — качение с проскальзыванием;
- $M < M_{\text{тр}}$, но $P < F_{\text{тр}}$ — состояние покоя.

Трение качения в большинстве случаев меньше трения скольжения, поэтому вместо подшипников скольжения широко применяют шариковые и роликовые подшипники качения.

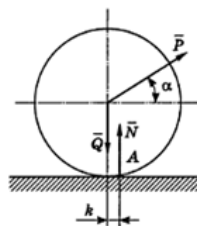
Слайд 15

15

Определить силу P , необходимую для равномерного качения цилиндрического катка диаметра 60 см и веса 300 Н по горизонтальной плоскости, если коэффициент трения качения $k=0,5$ см, а угол, составляемый силой P с горизонтальной плоскостью, равен $\alpha=30^\circ$.

Решение

Изобразим на рисунке, действующие на каток силы.



Составим уравнение моментов относительно точки А.

$$(Q - P \sin \alpha)k - P r \cos \alpha = 0.$$

Отсюда найдем:

$$P = \frac{Qk}{r \cos \alpha + k \sin \alpha} = \frac{300 \cdot 0,5}{30 \cdot \cos 30^\circ + 0,5 \cdot \sin 30^\circ} = 5,72 \text{ Н}.$$

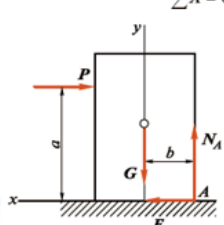
Слайд 16

16

Устойчивость к опрокидыванию

Рассмотрим твердое тело весом G , опирающееся на плоскость и способное опрокидываться вокруг какого-то ребра под действием горизонтальной силы P . Допустим, что силы P и G лежат в одной плоскости, пересекающейся с ребром в точке A . В момент начала опрокидывания на тело будут действовать также нормальная реакция N_A и сила трения $F_{тр}$, приложенные в точке A , причем в случае равновесия системы всех четырех сил можно записать два уравнения равновесия:

$$\sum Y = 0; \quad N_A - G = 0, \text{ откуда } N_A = G;$$

$$\sum X = 0; \quad F_{тр} - P = 0, \text{ откуда } P = F_{тр}.$$


Произведение Gb равно моменту силы G относительно точки A и называется **моментом устойчивости**. Момент силы P относительно той же точки, равный произведению Pa , называется **опрокидывающим моментом**.

Условие устойчивости против опрокидывания можно записать в виде неравенства:

$$M_{уст} > M_{опр}$$

Отношение момента устойчивости к опрокидывающему моменту называется **коэффициентом устойчивости**:

$$\frac{M_{уст}}{M_{опр}} = k_{уст}.$$

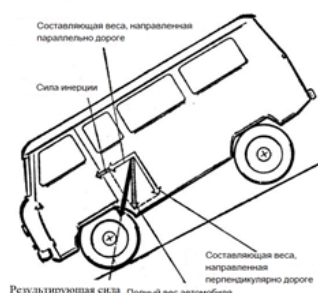
Слайд 17

17

Опрокидывание автомобиля может произойти как в продольной, так и в поперечной плоскости.

Опрокидывание в продольной плоскости.

При определенных условиях возможно переворачивание автомобиля вперед при резком торможении на крутом спуске, если автомобиль имеет короткую базу и высоко расположенный центр тяжести. В данном примере возникшая сила инерции складывается с горизонтальной составляющей силы веса, дает результирующую силу, которая выходит за пределы опорной площади передней оси автомобиля.



Слайд 18

18

Опрокидывание автомобиля в поперечной плоскости, т.е. вбок, может произойти под действием центробежной силы на повороте, при резком повороте рулевого колеса на большой скорости, сильном боковом наклоне и вследствие неправильного закрепления груза в кузове.

b – ширина колеи, h_s – высота центра тяжести;
 r_k – радиус поворота/кривой; β – угол наклона;
 G – вес автомобиля S – центр тяжести;
 F_d – центробежная сила

Чем выше расположен груз, тем больше высота расположения центра тяжести, следовательно, тем вероятнее опрокидывание грузового автомобиля.

Чем шире колея автомобиля, тем более устойчив автомобиль как при движении на повороте, так и при движении по дороге, имеющей поперечный уклон.

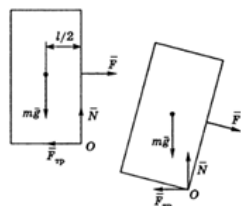


Неправильная укладка груза в кузове может значительно изменить положение центра тяжести, сместив его как вбок, так и вверх. Характерным примером может служить цистерна, не заполненная целиком жидким грузом. Под влиянием центробежной силы жидкий груз смещается к одной стороне цистерны, центр тяжести смещается вверх и в сторону, а сила тяжести, удерживающая автомобиль от опрокидывания, действует уже не по оси автомобиля, а смещается в сторону перемещения центра тяжести.

Слайд 19

19

Дверь автобуса отодвигается с трением в нижнем пазу. Коэффициент трения f не более 0,5. Определить наибольшую высоту h , на которой можно поместить ручку двери, чтобы дверь при отодвигании не опрокидывалась. Ширина двери $l=0,8$ м; центр тяжести двери находится на ее вертикальной оси симметрии.



Решение

Составим уравнения равновесия двери (в проекциях на горизонтальную ось и для моментов относительно точки O).

$$F - F_{\text{тр}} = 0;$$
$$-Fh + mg \frac{l}{2} = 0.$$

Поскольку $F_{\text{тр}} = f \cdot mg$, то решив систему, получим:

$$h = \frac{l}{2f} = 0,8 \text{ м.}$$

Слайд 20

20

Библиографический список:

1. Вереина Л.И. Основы технической механики: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Л.И. Вереина. – М.: Издательский центр «Академия», 2018. – с.22-25.
2. Серeda П.О. Техническая механика: электронное учебное пособие по теме «Трение». Ростов-на-Дону: ГБПОУ РО «РАТК», 2022. – 8,5 Мб.
3. Техническая механика : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Л.И. Вереина, М.М. Краснов. - М. : Издательский центр «Академия», 2018. – с. 23-26.
4. Техническая механика : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / А.А. Эрдеди, Н.А. Эрдеди. – М.: Издательский центр «Академия», 2019. – с. 45-56.

Слайд 21

21

Домашнее задание:

1. Доработать конспект.
2. Повторить изученный материал с помощью электронного учебного пособия или другой рекомендованной литературы.
3. Дополнительное прохождение тестирования с целью повышения оценки (при необходимости).
4. Подготовиться к практическому занятию по изучаемой теме (раздел: «Задачи для самостоятельного решения» электронного учебного пособия).

Приложение 2

Ссылка для скачивания архивной папки с электронным учебным пособием (для запуска и работы с электронным учебным пособием необходимо чтобы файл учебного пособия и папка с конфигурациями находились в одной директории): <https://disk.yandex.ru/d/c-lAf-oUzLYV6g>

Фрагменты электронного учебного пособия

The image shows two screenshots of a web application interface. The top screenshot displays a table of contents with the following items: Обложка, Титульный лист, Введение, Понятие о трении. Классификации трения по типу движения, Трение скольжения, Законы Кулона, Трение на наклонной плоскости, Трение качения, Устойчивость к опрокидыванию, Тестирование, Задачи для самостоятельного решения, and Библиографический список. The bottom screenshot shows the 'Законы Кулона' section. It contains a paragraph in Russian: 'В XVIII в. французские ученые Г. Амонтон, а затем Ш. Кулон провели серьезные исследования в области трения и на основе их сформулировали три основных закона трения скольжения, обычно называемых законами Кулона:'. This is followed by three numbered laws in red text: 1. Сила трения не зависит от величины площади трущихся поверхностей. 2. Максимальная сила трения прямо пропорциональна нормальной составляющей внешних сил, действующих на поверхности тела. 3. Сила трения зависит от материала тел, состояния трущихся поверхностей, наличия и рода смазки. Below the laws, there is a paragraph in blue text: 'Первый закон можно подтвердить следующими соображениями. Если площадь трущихся поверхностей увеличится, то увеличится и количество сцепляющихся неровностей, но уменьшится давление (на единицу площади) и сопротивление относительно перемещению останется прежним.'

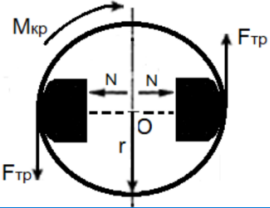
Поиск Печать Сохранить Экспорт в MS Word Инфо Выход

Пример 2

Вал вращается с моментом $M_{кр} = 100 \text{ Н}\cdot\text{м}$. На валу заklочен тормозной барабан, радиус r которого равен 25 см. Найти, с какой силой N надо прижимать к барабану тормозные колодки, чтобы колесо оставалось в покое, если коэффициент трения покоя f между колесом и колодками равен 0,25.

Решение

Изобразим силы, действующие на барабан:



Назад Законы Кулона > Пример 2

Поиск Печать Сохранить Экспорт в MS Word Инфо Выход

Критерии оценки

Критерии оценки выполнения тестирования

100% верных ответов – оценка отлично.
80-90% верных ответов – оценка хорошо.
70% верных ответов – оценка удовлетворительно.
Менее 70% верных ответов – оценка неудовлетворительно.

Переходить к следующему разделу (Задачи для самостоятельного решения) рекомендуется только после получения положительной оценки по тестированию!

Назад Тестирование > Критерии оценки

тест1

Вопрос 1 из 10 06:50

Выберите одно верное утверждение.

- Коэффициент трения скольжения имеет размерность длины и выражается в сантиметрах или миллиметрах.
- Коэффициент трения скольжения имеет размерность силы и выражается в Ньютонах.
- Коэффициент трения скольжения безразмерная величина.

Отвечать ⏪ Назад ⏩ Вперед Завершить работу

Результаты тестирования

Общий итог



Тест: **тест1**
Дата: 25 октября 2022 г.
Итог: 80%

Предложено вопросов: 10

Тест создан в среде [Delta](#)

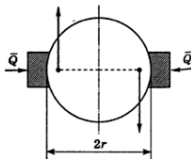
Закрепить

Задачи

Вопрос 2 из 4

Обзор

К валу приложена пара сил с моментом $M=100$ Н·м. На валу заключено тормозное колесо, радиус которого равен 25 см. Найти, с какой силой Q надо прижимать к колесу тормозные колодки, чтобы колесо оставалось в покое, если коэффициент трения покоя f между колесом и колодками равен 0,25.



Ответ запишите без единиц измерения (Н).

Ответ:

Ответить

Назад Вперед

Завершить работу