



КАЛИНИНГРАДСКИЙ
МОРСКОЙ РЫБОПРОМЫШЛЕННЫЙ
КОЛЛЕДЖ

**Федеральное агентство по рыболовству
БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»
Калининградский морской рыбопромышленный колледж**

Утверждаю
Заместитель начальника колледжа
по учебно-методической работе
А. И. Колесниченко

**Методические указания по выполнению практических занятий
(для преподавателей)**

ОП.05 ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

**15.02.06 Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт холодильно-компрессорных
и теплонасосных машин и установок (по отраслям)**

МО–15 02 06-ОП.05.ПЗ

РАЗРАБОТЧИК	Ласточкина М.И.
ЗАВЕДУЮЩИЙ ОТДЕЛЕНИЕМ	Никишин М.Ю.
ГОД РАЗРАБОТКИ	2023
ГОД ОБНОВЛЕНИЯ	2025

МО-15 02 06-ОП.05 ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	С.2/32

Содержание

Введение	3
Перечень практических занятий.....	9
РАЗДЕЛ 1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	10
Тема 1.4 Плоская система произвольно расположенных сил	10
Практическое занятие №1 Определение неизвестных реакций балок с жесткой заделкой	10
Практическое занятие №2 Определение неизвестных реакций балок с шарнирной заделкой	11
Тема 1.6 Центр тяжести	14
Практическое занятие №3 Определение положения центра тяжести плоских геометрических фигур	14
Практическое занятие №4 Определение центра тяжести судна	16
Тема 1.9 Простейшие движения твердого тела	17
Практическое занятие №5 Линейные скорости и ускорения точек вращающегося тела	17
Тема 1.14 Работа и мощность	18
Практическое занятие №6 Работа и мощность при вращательном движении тела	18
РАЗДЕЛ 2 СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ.....	19
Тема 2.2 Растяжение и сжатие	19
Практическое занятие №7 Продольные и поперечные деформации. Закон Гука. Определение модуля продольной упругости	19
Практическое занятие №8 Расчет на прочность при растяжении (сжатии)	21
Тема 2.3 Изгиб.....	23
Практическое занятие №9 Расчеты на прочность при изгибе	23
Тема 2.7 Кручение	24
Практическое занятие №10 Расчеты на прочность и жесткость при кручении.....	24
РАЗДЕЛ 3 ДЕТАЛИ МАШИН	26
Тема 3.2 Общие сведения о передачах.....	26
Практические занятия №11 и №12 Расчет многоступенчатой цилиндрической передачи редуктора (часть 1 и часть 2)	26
Тема 3.3 Зубчатые передачи	27
Практическое занятие №13 Проектировочный расчет цилиндрической передачи редуктора	28
Тема 3.8 Шпоночные и шлицевые соединения	30
Практическое занятие №14 Проверочные расчеты шпоночных соединений	30
Используемые источники литературы	32

МО-15 02 06-ОП.05 ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	С.3/32

Введение

Методические указания предназначены для преподавателей и направлены на обеспечение высокого уровня организации и проведения практических занятий.

Данные методические указания являются инструктивным документом преподавателя при организации практических занятий, в том числе с применением обязательного документа УМК «Методические указания по выполнению практических заданий (для обучающихся)».

Методические указания по проведению практических занятий для преподавателя составлены в соответствии со следующими нормативными документами:

- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам среднего профессионального образования (с доп. и изм.), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ 14.06.2013 г. № 464;
- Федеральные государственные образовательные стандарты среднего профессионального образования по специальности;
- Учебный план по специальности, в котором определены последовательность изучения дисциплин, а также распределение учебного времени и форм контроля по семестрам;
- рабочая программа учебной дисциплины (профессионального модуля).

Рабочей программой учебной дисциплины предусмотрено проведение практических занятий.

Преподаватель перед проведением практических занятий обязан ознакомиться с данными методическими указаниями.

Целью проведения практических занятий является организация управляемой познавательной деятельности обучающихся в условиях, приближенных к реальным практическим условиям.

Задачи преподавателя при организации практических занятий, способствующие достижению дидактической цели:

- закрепление и расширение знаний обучающихся при решении конкретных практических задач;
- формирование у обучающихся потребности в поиске информации, необходимой для эффективного решения профессиональных задач;

МО-15 02 06-ОП.05 ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	С.4/32

- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности обучающихся;
- выработка способности логического осмысления самостоятельно полученных данных;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Обязанности преподаватели при проведении практического занятия:

- перед проведением практических занятий преподаватель обязан ознакомить обучающихся с техникой безопасности и осветить предполагаемые риски;
- преподаватель обязан ознакомить обучающихся с тренажером и его оборудованием до начала практических занятий и оценить знания;
- преподаватель обязан провести достаточный инструктаж и обозначить внешнюю и внутреннюю мотивацию для достижения целей подготовки в соответствии с уровнем компетентности обучающихся на занятии;
- преподаватель обязан обеспечить в ходе занятия эффективное наблюдение за деятельностью обучающихся, сопровождение речевым контактом, а также индивидуальную оценку их компетенций;
- преподаватель обязан изучить требования к результатам освоения дисциплины («уметь», «знать»).

Проведение практических занятий должно способствовать формированию у обучающихся общих и профессиональных компетенций:

Общие компетенции:

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.

ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в.

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального

МО-15 02 06-ОП.05 ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	С.5/32

и культур.

ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения.

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Профессиональные компетенции:

ПК 1.1. Организовывать и осуществлять техническую эксплуатацию и обслуживание холодильного оборудования.

ПК 1.2. Проводить диагностику, обнаруживать неисправную работу холодильного оборудования, принимать меры для устранения и предупреждения отказов и аварий.

ПК 1.3. Выполнять контроль, анализ и оптимизацию режимов работы холодильного оборудования.

ПК 4.1. Организовывать и осуществлять техническую эксплуатацию холодно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха.

ПК 4.2. Проводить диагностику, обнаруживать неисправную работу холодно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха, принимать меры для устранения и предупреждения отказов и аварий.

ПК 4.3. Выполнять контроль, анализ и оптимизацию режимов работы холодно-вентиляционной техники и систем кондиционирования воздуха

В результате выполнения практических занятий у обучающихся формируются следующие личностные результаты:

Код	Наименование личностных результатов
ЛР 13	Готовый соответствовать ожиданиям работодателей: активный, проектно-мыслящий, эффективно взаимодействующий и сотрудничающий с коллективом, осознанно выполняющий профессиональные требования, ответственный, пунктуальный, дисциплинированный, трудолюбивый, критически мыслящий, демонстрирующий профессиональную жизнестойкость.
ЛР 18	Принимающий цели и задачи научно-технологического, экономического, информационного и социокультурного развития России, готовый работать на их достижение.
ЛР 19	Управляющий собственным профессиональным развитием, рефлексивно оценивающий собственный жизненный опыт, критерии

	личной успешности, признающий ценность непрерывного образования
ЛР 24	Осознающий, принимающий и несущий ответственность за свои действия в стандартных и нестандартных ситуациях как руководитель структурного подразделения.
ЛР 29	Вовлеченный, способствующий продвижению положительной репутации организации
ЛР 32	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

Структура проведения практического занятия

1. Вводная часть:

- организационный момент;
- мотивация учебной деятельности;
- сообщение темы, постановка целей;
- актуализация знаний.

2. Основная часть:

- инструктаж по технике безопасности (при необходимости);
- выдача задания;
- определение алгоритма проведения эксперимента или другой практической

деятельности;

- допуск к выполнению работы;
- осуществления эксперимента или другой практической деятельности;
- ознакомление со способами фиксации полученных результатов.

Самостоятельное выполнение практического задания обучающимися:

- определение путей решения поставленной задачи;
- выработка последовательности выполнения необходимых действий;
- проведение эксперимента (выполнение заданий, задач, упражнений);
- составление отчета;
- обобщение и систематизация полученных результатов (таблицы, графики, схемы и т.п.).

3. Заключительная часть:

- подведение итогов занятия: анализ хода выполнения и результатов работы обучающихся;
- выявление возможных ошибок и определение причин их возникновения;
- защита выполненной работы.

В ходе практического занятия, преподавателем непрерывно должно осуществляться педагогическое руководство обучающимися:

МО-15 02 06-ОП.05 ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	С.7/32

- четкая постановка познавательной задачи;
- инструктаж к работе (осмысление обучающимися сущности задания, последовательности его выполнения);
- проверка теоретической и практической готовности обучающихся к занятию;
- выделение возможных затруднений в процессе работы;
- установка на самоконтроль;
- наблюдение за действиями обучающихся, регулирование темпа работы, помощь (при необходимости), коррекция действий, проверка промежуточных результатов.

Формулировка задания должна быть однозначно понятна обучающемуся.

При организации проведения практических занятий необходимо *использовать активные и интерактивные формы:*

Активные формы:

творческие задания – это задания, которые требуют от обучающихся не простого воспроизводства информации, а творчества, поскольку задания содержат большой или меньший элемент неизвестности и имеют, как правило, несколько подходов;

работа в малых группах – способ организации образовательного процесса, позволяющий всем обучающимся участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения (в частности, умение активно слушать, вырабатывать общее мнение, разрешать возникающие разногласия).

дискуссия – действенный метод обсуждения изучаемого вопроса. Дискуссия предполагает коллективное обсуждение какой-либо спорной проблемы, во время которого познается истина.

Интерактивные формы предполагают взаимодействие между преподавателем и обучающимся в соответствии с индивидуализированным подходом (тренинги, кейс-стади, «дерево решений», «анализ казусов» и др.).

Тренинги – это процесс получения навыков и умений в какой-либо области посредством выполнения последовательных заданий, действий или игр, направленных на достижение наработки и развития требуемого навыка;

Кейс-стади – техника обучения, использующая описание реальных ситуаций.

В ходе реализации практических работ преподаватель должен использовать наряду с традиционными инновационные технологии и методы обучения (технология развития критического мышления, «мозговой штурм», метод проектов, технология

МО-15 02 06-ОП.05 ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	С.8/32

проблемного обучения, технология опережающего обучения, технология программированного обучения и др.).

Уровень освоения учебного материала по результатам практических работ соответствует «2» или «3», в зависимости от содержания работы.

2 уровень *репродуктивный* – регулятивная или процессуальная деятельность, связанная с выполнением заданий на процесс или решение задач;

3 уровень *продуктивный* – аналитическая или творческая деятельность, связанная с выполнением задания повышенного уровня, например, творческая практическая работа над проектом.

МО-15 02 06-ОП.05 ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	С.9/32

Перечень практических занятий

№ п/п	Практическое занятие	Кол-во часов
РАЗДЕЛ 1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА		
Тема 1.4 Плоская система произвольно расположенных сил		
1	Определение неизвестных реакций балок с жесткой заделкой	2
2	Определение неизвестных реакций балок с шарнирной заделкой	2
Тема 1.6 Центр тяжести		
3	Определение положения центра тяжести плоских геометрических фигур	2
4	Определение центра тяжести судна	2
Тема 1.9 Простейшие движения твердого тела		
5	Линейные скорости и ускорения точек вращающегося тела	2
Тема 1.14 Работа и мощность		
6	Работа и мощность при вращательном движении тела	2
РАЗДЕЛ 2. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ		
Тема 2.2 Растяжение и сжатие		
7	Продольные и поперечные деформации. Закон Гука. Определение модуля продольной упругости	2
8	Расчет на прочность при растяжении (сжатии)	2
Тема 2.3 Изгиб		
9	Расчеты на прочность при изгибе	2
Тема 2.7 Кручение		
10	Расчеты на прочность и жесткость при кручении	2
РАЗДЕЛ 3 ДЕТАЛИ МАШИН		
Тема 3.2 Общие сведения о передачах		
11	Расчет многоступенчатой цилиндрической передачи редуктора (часть 1)	2
12	Расчет многоступенчатой цилиндрической передачи редуктора (часть 2)	2
Тема 3.3 Зубчатые передачи		
13	Проектировочный расчет цилиндрической передачи редуктора	2
Тема 3.8 Шпоночные и шлицевые соединения		
14	Проверочные расчеты шпоночных соединений	2
ИТОГО		28

МО-15 02 06-ОП.05 ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	С.10/32

РАЗДЕЛ 1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Тема 1.4 Плоская система произвольно расположенных сил Практическое занятие №1 Определение неизвестных реакций балок с жесткой заделкой

Цель работы:

Научиться применять алгоритм в решении задач на определение неизвестных реакций балок с жесткой заделкой

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ОК01, ОК02, ОК03, ОК04, ОК05, ОК06, ОК07, ОК09, ПК1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 4.1, ПК 4.2, ПК 4.3.

Формируемые личностные результаты: ЛР 13, ЛР 18, ЛР 19, ЛР 24, ЛР 29, ЛР 32.

Методические указания

При решении задач необходимо знать теоретический материал: момент силы относительно точки, три формы записи уравнений равновесия для произвольно расположенных сил и два уравнения равновесия для плоской системы параллельных сил, алгоритм решения задач по этой теме.

Используемые источники: [1]; [2]; [3].

Порядок выполнения работы:

- 1.Получите у преподавателя вариант индивидуального задания
- 2.Выделить тело, равновесие которого надо рассмотреть
- 3.Изобразить расчетную схему: условно изобразить опоры и заданные силы
- 4.Отбросить опоры (связи), а направление их реакций (пока не известных по величине) изобразить на схеме

Неизвестным силам. Наметить центры моментов в точке пересечения линий действия двух неизвестных сил или на линии действия одной неизвестной силы

5. Составить уравнения равновесия
- 6.Решить уравнения равновесия и определить неизвестные силы
- 7.Проверить правильность решения по уравнению равновесия, которое не было использовано

Выводы и предложения:

МО-15 02 06-ОП.05 ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	С.11/32

В результате проделанной работы курсанты должны научиться определять реакции опор с жесткой заделкой. При этом обратить внимание на то, что при выполнении данной задачи можно использовать три уравнения равновесия.

Содержание отчета:

Наименование практического занятия

Цель занятия

Отчет о выполнении всех пунктов из раздела «Содержание и порядок выполнения работы»

Список использованных источников

Выводы и предложения

Дата и подписи студента и преподавателя

Вопросы для самопроверки:

1. Сформулируйте теорему Вариньона
2. Запишите три вида уравнений равновесия
3. Укажите направление реакций связи, если связь – жесткая заделка
4. Когда момент силы относительно точки равен нулю?
5. Зависит ли момент пары от расстояния до какого либо центра?

Практическое занятие №2 Определение неизвестных реакций балок с шарнирной заделкой

Цель работы:

Научиться применять алгоритм в решении задач на определение неизвестных реакций балок с шарнирной заделкой

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ОК01, ОК02, ОК03, ОК04, ОК05, ОК06, ОК07, ОК09, ПК1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 4.1, ПК 4.2, ПК 4.3.

Формируемые личностные результаты: ЛР 13, ЛР 18, ЛР 19, ЛР 24, ЛР 29, ЛР 32.

Методические указания

При решении задач необходимо знать теоретический материал: момент силы относительно точки, три формы записи уравнений равновесия для произвольно расположенных сил и два уравнения равновесия для плоской системы параллельных сил, алгоритм решения задач по этой теме.

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

МО-15 02 06-ОП.05 ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	С.12/32

Используемые источники: [1]; [2]; [3].

Порядок выполнения работы:

- 1.Получите у преподавателя вариант индивидуального задания
- 2.Выделить тело, равновесие которого надо рассмотреть
- 3.Изобразить расчетную схему: условно изобразить опоры и заданные силы
- 4.Отбросить опоры (связи), а направление их реакций (пока не известных по величине) изобразить на схеме

Неизвестным силам. Наметить центры моментов в точке пересечения линий действия двух неизвестных сил или на линии действия одной неизвестной силы

5. Составить уравнения равновесия
- 6.Решить уравнения равновесия и определить неизвестные силы
- 7.Проверить правильность решения по уравнению равновесия, которое не было использовано

Выводы и предложения:

В результате проделанной работы курсанты должны научиться определять реакции опор с шарнирной заделкой. При этом обратить внимание на то, что при выполнении данной задачи можно использовать три уравнения равновесия.

Содержание отчета:

Наименование практического занятия

Цель занятия

Отчет о выполнении всех пунктов из раздела «Содержание и порядок выполнения работы»

Список использованных источников

Выводы и предложения

Дата и подписи студента и преподавателя

Вопросы для самопроверки:

- 1.Сформулируйте теорему Вариньона
- 2.Запишите три вида уравнений равновесия
- 3.Укажите направление реакций связи, если связь – подвижный цилиндрический шарнир
4. Укажите направление реакций связи, если связь – неподвижный шарнир
- 5.Как направлена реакция нити, шнура, троса?

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

МО-15 02 06-ОП.05 ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	С.13/32

МО-15 02 06-ОП.05 ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	С.14/32

Тема 1.6 Центр тяжести

Практическое занятие №3 Определение положения центра тяжести плоских геометрических фигур

Цель занятия:

Приобретение навыков определения координат центра тяжести фигуры на практике, развитие математических навыков расчета, воспитание потребности в получении результатов учебного труда.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ОК01, ОК02, ОК03, ОК04, ОК05, ОК06, ОК07, ОК09, ПК1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 4.1, ПК 4.2, ПК 4.3.

Формируемые личностные результаты: ЛР 13, ЛР 18, ЛР 19, ЛР 24, ЛР 29, ЛР 32.

Использованные источники: [1, § 49, 50], [3], [5].

Исходные материалы и данные:

1. Модель плоской фигуры.
2. Транспортир.
3. Линейка.
4. Опора или штатив с отвесом.

Порядок выполнения работы:

1. Выдача заданий: модели плоских фигур на подгруппу в 2 – 3 курсанта (учащегося).
2. Расположить фигуру на чистой странице тетради, обвести по контуру, указать необходимые размеры на рисунке.
3. Расположить оси координат ox и oy таким образом, чтобы ox совпадала с нижней границей фигуры.
4. Разбить фигуры на простые.

Примечание: Плоские фигуры изготовлены таким образом, что можно их разбить на три части: прямоугольник, треугольник, полукруг. Одна или две фигуры могут оказаться вырезанными из модели пластины.

5. Для каждой из полученных простых фигур вычислить площадь и координаты центра тяжести. Выполнить записи:

1. $A_1, x_{c1}, y_{c1};$
2. $A_2, x_{c2}, y_{c2};$
3. $A_3, x_{c3}, y_{c3}.$

МО-15 02 06-ОП.05 ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	С.15/32

Примечание: площади вырезанной фигуры приписываем знак «минус».

6. По известным формулам вычислить статические моменты S_x , S_y и площадь всей плоской фигуры A .

7. Определить координаты центра тяжести заданной модели пластины теоретически:

$$x_{c_T} = \frac{S_y}{A} \quad \text{и} \quad y_{c_T} = \frac{S_x}{A}$$

8. С помощью штатива с отвесом (или опоры) определить положение центра тяжести фигуры и путем измерений найти координаты $x_{c_{оп}}$, $y_{c_{оп}}$.

9. Найти процентное расхождение:

$$\delta_1\% = \frac{|x_{c_T} - x_{c_{оп}}|}{x_{c_{оп}}} \cdot 100\%$$

$$\delta_2\% = \frac{|y_{c_T} - y_{c_{оп}}|}{y_{c_{оп}}} \cdot 100\%$$

Выводы и предложения:

В результате проделанной работы курсанты должны приобрести навыки при определении центра тяжести плоских фигур практическим и теоретическим способом, проанализировать эти способы. Кроме того необходимо обратить внимание на расположение центра тяжести различных фигур.

Содержание отчета:

Наименование практического занятия

Цель занятия

Исходные материалы – модели плоских фигур

Отчет о выполнении каждого пункта раздела «Содержание и порядок выполнения работы»

Список использованной литературы

Выводы и предложения

Даты и подписи курсанта и преподавателя

Вопросы для самопроверки:

1. Сила тяжести, вес.
2. Центр тяжести тела.

МО-15 02 06-ОП.05 ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	С.16/32

3. Расчетные формулы для определения координат центра тяжести.
4. Координаты центров тяжести простых геометрических фигур.

Практическое занятие №4 Определение центра тяжести судна

Цель занятия:

Приобретение навыков определения смещения координат центра тяжести судна, развитие математических навыков расчета, воспитание потребности в получении результатов учебного труда.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ОК01, ОК02, ОК03, ОК04, ОК05, ОК06, ОК07, ОК09, ПК1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 4.1, ПК 4.2, ПК 4.3.

Формируемые личностные результаты: ЛР 13, ЛР 18, ЛР 19, ЛР 24, ЛР 29, ЛР 32.

Использованные источники: [1, § 49, 50], [3], [5].

Методические указания

Центр тяжести системы грузов при транспортировании одного из них перемещается параллельно направлению перемещения груза. Величина перемещения центра тяжести системы определяется по формуле $C_1 = \frac{\Pi L}{P}$

Где Π вес перемещаемого груза, P – общий вес грузов, входящих в систему, L – расстояние на которое перемещается груз.

Порядок выполнения работы:

- 1.Получите у преподавателя вариант индивидуального задания
- 2.Зарисуйте схему перемещения груза
- 3.Определите величину смещения груза по формуле
- 4.Определите величину смещения центра тяжести судна

Выводы и предложения:

В результате проделанной работы курсанты должны приобрести навыки при определении смещения центра тяжести при перемещении грузов.

Кроме того необходимо обратить внимание на расположение центра тяжести различных тел

Содержание отчета:

Наименование практического занятия

МО-15 02 06-ОП.05 ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	С.17/32

Цель занятия

Исходные материалы и данные

Отчет о выполнении каждого пункта раздела «Содержание и порядок выполнения работы»

Список использованной литературы

Выводы и предложения

Даты и подписи курсанта и преподавателя

Вопросы для самопроверки:

1. Что такое центр тяжести?
2. Где располагается центр тяжести, если тело имеет ось симметрии?
3. Запишите формулу для определения смещения центра
4. Сформулируйте различные методы определения центра тяжести

Тема 1.9 Простейшие движения твердого тела

Практическое занятие №5 Линейные скорости и ускорения точек вращающегося тела

Цель занятия:

Обеспечить усвоение ранее изученного материала, расчетных формул. Сформулировать новые понятия и способы действия на практике решения задач.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ОК01, ОК02, ОК03, ОК04, ОК05, ОК06, ОК07, ОК09, ПК1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 4.1, ПК 4.2, ПК 4.3.

Формируемые личностные результаты: ЛР 13, ЛР 18, ЛР 19, ЛР 24, ЛР 29, ЛР 32.

Используемые источники: [1]; [2]; [3].

Исходные материалы и данные:

Таблица с основными расчетными формулами по темам 1.8 и 1.9. карты с условиями задач. Методическое пособие «Кинематика» (вопросы и задачи).

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Запись темы.
2. Вывод расчетных формул.
3. Сведение в сводную таблицу расчетных формул по темам 1.8 и 1.9.
4. Решение задач по использованию формул для вращательного движения тела вокруг неподвижной оси.

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

МО-15 02 06-ОП.05 ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	С.18/32

4.1 Задачи на равномерное, равнопеременное и неравномерное движение. Проведение аналогии с решением подобных задач для точки.

4.2 Ответы на вопросы из методички «Устные задачи в преподавании кинематики».

Примечание: решение задач записывается на доске и в тетрадях для конспектов. Обращается внимание на оформление решения задач.

Выводы и предложения проделанной работы:

Обобщение и анализ решенных задач. Составить таблицу с расчетными формулами и примерами решения задач – материал для рубежного опроса на следующем занятии по индивидуальным картам.

Вопросы для самопроверки:

1. Закон (уравнение) движения точки при естественном способе задания движения.
2. Закон (уравнение) вращательного движения тела вокруг неподвижной оси.
3. Угловые скорость и ускорение; формулы, единицы измерения.
4. Линейные скорости и ускорения точек при естественном способе задания движения точки.
5. Линейные скорости и ускорения точек вращающегося тела вокруг неподвижной оси, единицы измерения.

Тема 1.14 Работа и мощность **Практическое занятие №6 Работа и мощность при вращательном движении тела**

Цель занятия:

Углубление опорных знаний и совершенствование навыков и умений в решении задач по теме.

Формирование осознанного отношения к изучению темы с перспективой использования в других разделах технической механики и в спецдисциплинах.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ОК01, ОК02, ОК03, ОК04, ОК05, ОК06, ОК07, ОК09, ПК1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 4.1, ПК 4.2, ПК 4.3.

Формируемые личностные результаты: ЛР 13, ЛР 18, ЛР 19, ЛР 24, ЛР 29, ЛР 32.

Используемые источники: [1]; [2]; [3].

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

МО-15 02 06-ОП.05 ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	С.19/32

Исходные материалы и данные:

Опросные карты, таблица с расчетными формулами работы и мощности.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Запись темы.
2. Вывод формул по теме.
3. Запись формул на доске и в конспектах.
4. Оформление таблицы всех расчетных формул работы и мощности.
5. Решение задач из папки с опросными картами на листах с проверкой решения на доске (№ 22, 27, 29, 30).

Примечание: обратить внимание на единицы измерения всех величин, используемых по ходу решения задачи.

6. Вывод: анализ и сравнение результатов и использованных расчетных формул.

Вопросы для самопроверки:

1. Работа постоянной силы на прямолинейном и криволинейном перемещении.
2. Работа равнодействующей.
3. Работа силы тяжести.
4. Работа силы трения скольжения.
5. Работа и мощность при вращательном движении тела.
6. Единицы измерения работы и мощности.
7. Что такое вращательный момент?

РАЗДЕЛ 2 СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Тема 2.2 Растяжение и сжатие

Практическое занятие №7 Продольные и поперечные деформации. Закон Гука. Определение модуля продольной упругости

Цель занятия:

Изучить продольные и поперечные деформации, закон Гука

Закрепить знания по определению модуля продольной упругости

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ОК01, ОК02, ОК03, ОК04, ОК05, ОК06, ОК07, ОК09, ПК1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 4.1, ПК 4.2, ПК 4.3.

Формируемые личностные результаты: ЛР 13, ЛР 18, ЛР 19, ЛР 24, ЛР 29, ЛР 32.

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

МО-15 02 06-ОП.05 ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	С.20/32

Используемые источники: [1]; [2]; [3].

Задание:

1. Проверить закон Гука
2. Определить модуль Юнга
3. Построить график зависимости между нормальным напряжением и относительным удлинением.

Исходные приборы и материалы:

1. Прибор для растяжения проволоки из исследуемого материала
2. Индикатор
3. Масштабная линейка
4. Динамометр

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Укрепить исследуемую проволоку между колком и динамометром, предварительно измерив её диаметр
2. Вычислить площадь поперечного сечения проволоки
3. Исследуемый участок закрепить в зажимах ползунов
4. Поворачивая колок, натянуть проволоку до усилия в 1 кГс (по показанию динамометра)
5. Укрепить на ползунке индикатор. Ослабить зажим стержня на втором ползуне, подвести его до упора со штифтом индикатора. Стрелка индикатора делает 2 оборота по шкале. Подвести нуль шкалы под конец стрелки
6. Измерить длину исследуемого участка проволоки (между центрами зажимов ползунов)
7. Вписать результаты измерений в таблицу, поворачивая колок червячного механизма, доведя растягивающее усилие до 10кГс
8. По результатам опыта построить график зависимости между нормальным напряжением и относительным удлинением.
9. Используя полученные данные (в таблице) на прямолинейном участке графика определить модуль Юнга.

Номер п/п	F	A	σ	l	Δl	ε	E	E_{ϕ}
--------------	---	---	----------	-----	------------	---------------	---	------------

Выводы и предложения

МО-15 02 06-ОП.05 ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	С.21/32

Вопросы для самопроверки:

1. Сформулировать закон Гука
2. Единицы измерения модуля Юнга
3. Формула закона Гука

Практическое занятие №8 Расчет на прочность при растяжении (сжатии)

Цель занятия:

Изучить методику расчета на прочность при растяжении (сжатии)

Обеспечить усвоение новых теоретических знаний и их применение на практике решения задач. Расширить связи между разделами технической механики.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ОК01, ОК02, ОК03, ОК04, ОК05, ОК06, ОК07, ОК09, ПК1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 4.1, ПК 4.2, ПК 4.3.

Формируемые личностные результаты: ЛР 13, ЛР 18, ЛР 19, ЛР 24, ЛР 29, ЛР 32.

Используемые источники: [1]; [2]; [3].

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Ввести понятия коэффициента запаса прочности (расчетного и требуемого) и допускаемого напряжения.
2. Записать на доске и в конспектах условие прочности при растяжении и сжатии.
3. Записать три типа задач расчетов на прочность. Характеристика входящих параметров.
4. *Задача 1.* Проверка прочности стержня по итогам ранее решенной задачи:
 - с эпюры нормальных напряжений записать $|\sigma_{\max}|$;
 - задать предельное напряжение и требуемый коэффициент запаса прочности;
 - определить расчетный коэффициент запаса прочности, сравнить с требуемым.
5. *Задача 2.* Выбор сечения и расчет его размеров.
6. *Задача 3.* Определение допускаемой нагрузки (условие задач 2 и 3 на картах).
7. Отчет о выполнении работы. Задачи решаются на доске и в тетрадях для конспектов.
8. Выводы по итогам решения задач.

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

МО-15 02 06-ОП.05 ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	С.22/32

Выводы и предложения:

В результате проделанной работы курсанты должны научиться производить расчеты на прочность при растяжении (сжатии), самостоятельно работать и выполнять расчеты по образцу, сформировать навыки использования справочной и технической литературы

Вопросы для самопроверки:

1. Построение эпюр продольных сил и нормальных напряжений.
2. Продольные и поперечные деформации.
3. Закон Гука. Формула Гука.
4. Коэффициент Пуассона.

МО-15 02 06-ОП.05 ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	С.23/32

Тема 2.3 Изгиб

Практическое занятие №9 Расчеты на прочность при изгибе

Цель занятия:

Освоение методов проектировочного и проверочных расчетов при прямом изгибе. Формирование навыков и умений обобщения, анализа и систематизирования полученных знаний.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ОК01, ОК02, ОК03, ОК04, ОК05, ОК06, ОК07, ОК09, ПК1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 4.1, ПК 4.2, ПК 4.3.

Формируемые личностные результаты: ЛР 13, ЛР 18, ЛР 19, ЛР 24, ЛР 29, ЛР 32.

Используемые источники: [1]; [2]; [3].

Исходные материалы и данные:

Карты с индивидуальными заданиями

Содержание и порядок выполнения работы:

Примеры решения задач выполняются по образцу (алгоритму).

1. Задача 1. Балка на опорах.

Алгоритм решения:

- расчетная схема сил;
- определение опорных реакций;
- построение эпюры поперечных сил;
- построение эпюры изгибающих моментов (по характерным точкам);
- по эпюре изгибающих моментов записать максимальный по абсолютному значению расчетный изгибающий момент;
- записать допускаемое нормальное напряжение;
- выполнить проектировочный расчет балки: из условия прочности балки на изгиб определить требуемый осевой момент сопротивления сечения изгибу; определить размеры поперечного сечения балки (круга или прямоугольника);
- выполнить проверочный расчет: округлить полученные размеры сечения в п. 2.7; вычислить осевой момент сопротивления сечения; рассчитать максимальное значение нормального напряжения изгиба, сравнить с допускаемым; найти процентное расхождение.

2. Вывод о рациональности выбора сечения, их сравнение.

Выводы и предложения:

МО-15 02 06-ОП.05 ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	С.24/32

В результате проделанной работы курсанты должны научиться производить расчеты на прочность при изгибе, самостоятельно работать и выполнять расчеты по образцу и сформировать навыки использования справочной и технической литературой

Содержание отчета:

Записать номер варианта, группу и фамилию

Записать задание, допускаемое напряжение

Изобразить рисунок, зафиксировать характерные точки

Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов

Подбор сечения

Вывод: указать по ГОСТу номер профиля двутавра или швеллера

Даты и подписи курсанта и преподавателя

Вопросы для самопроверки:

1. Распределение нормальных напряжений изгиба по сечению балки. Нейтральный слой.
2. Осевые моменты сопротивления круга, прямоугольника, стандартного профиля.
3. Условие прочности при изгибе. Три вида расчетов на прочность.
4. Изучить алгоритм решения задачи на прочность при изгибе.

Тема 2.7 Кручение

Практическое занятие №10 Расчеты на прочность и жесткость при кручении

Цель занятия:

Изучить методику расчета на прочность и жесткость при кручении

Самостоятельности при выполнении задания, знания единиц измерения величин, умений выполнения задачи по образцу.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ОК01, ОК02, ОК03, ОК04, ОК05, ОК06, ОК07, ОК09, ПК1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 4.1, ПК 4.2, ПК 4.3.

Формируемые личностные результаты: ЛР 13, ЛР 18, ЛР 19, ЛР 24, ЛР 29, ЛР 32.

Используемые источники: [1]; [2]; [3].

Исходные материалы и данные:

Карты с индивидуальными заданиями (одно на двоих, 20 вариантов).

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

МО-15 02 06-ОП.05 ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	С.25/32

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Записать наименование темы занятия.

2. Записать вариант, данные и задание.

3. Изобразить рисунок к заданию (под ним оставить место для эпюры).

4. Выполнить действия по порядку в соответствии с выданным образцом на прошлом уроке:

- определить угловую скорость вращения вала (рад/с);

- вычислить внешние (вращающие) моменты по известным мощностям;

- неизвестный внешний момент определить из уравнения моментов относительно оси вала;

- разбить вал на участки и определить ординаты крутящих моментов на каждом из них, построить эпюру;

- записать максимальный по абсолютному значению расчетный крутящий момент.

5. Выполнить проектировочный расчет вала:

- из условия прочности определить требуемый полярный момент сопротивления сечения кручению;

- записать формулу полярного момента сопротивления сечения для круга;

- определить требуемый диаметр вала, полученное значение диаметра, выраженное в миллиметрах, округлить в сторону увеличения до ближайшего целого четного числа или числа, оканчивающегося на 5;

- из условия жесткости определить полярный момент инерции;

- записать формулу полярного момента инерции для круглого сечения;

- определить требуемый диаметр вала, округлить как указано выше;

- из двух полученных значений диаметра выбираем его окончательное значение.

6. Выполняем проверочный расчет – выбор допускаемой нагрузки (крутящего момента):

- вычисляем полярный момент инерции сечения (или полярный момент сопротивления), используя окончательно выбранный диаметр вала;

- определяем требуемый крутящий момент из условия жесткости (или прочности) и сравниваем с определенным максимальным крутящим моментом.

7. Вывод о результатах выполнения задания.

Выводы и предложения:

Документ управляется программными средствами 1С: Колледж

Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж

МО-15 02 06-ОП.05 ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	С.26/32

В результате проделанной работы курсанты должны научиться производить расчеты на прочность и жесткость при кручении, самостоятельно работать и выполнять расчеты по образцу и сформировать навыки использования справочной и технической литературой.

Вопросы для самопроверки:

1. Условие прочности. Характеристика входящих в него параметров.
2. условие жесткости. Характеристика входящих в него параметров.
3. Сдвиг. Закон Гука для сдвига.
4. Модуль сдвига, его физический смысл.
5. Зависимость между механическими характеристиками: модуль продольной упругости, коэффициент Пуассона и модуль сдвига.
6. Полярный момент инерции плоского кольцевого сечения.

РАЗДЕЛ 3 ДЕТАЛИ МАШИН

Тема 3.2 Общие сведения о передачах

Практические занятия №11 и №12 Расчет многоступенчатой цилиндрической передачи редуктора (часть 1 и часть 2)

Цель занятия:

Ознакомление с конструкцией редуктора и назначением его деталей. Составление кинематической схемы цилиндрического зубчатого редуктора, определение передаточного числа.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ОК01, ОК02, ОК03, ОК04, ОК05, ОК06, ОК07, ОК09, ПК1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 4.1, ПК 4.2, ПК 4.3.

Формируемые личностные результаты: ЛР 13, ЛР 18, ЛР 19, ЛР 24, ЛР 29, ЛР 32.

Используемые источники: [1]; [2]; [3].

Исходные материалы и данные:

Цилиндрический трехступенчатый редуктор, гаечные ключи, отвертка.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Произвести внешний осмотр редуктора.
2. Изучить конструкцию корпуса.
3. Осуществить разборку редуктора: отвинтить соединительные болты; снять крышку редуктора и крышки подшипниковый узлов; ознакомиться с внутренним

Документ управляется программными средствами 1С: Колледж

Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж

МО-15 02 06-ОП.05 ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	С.27/32

устройством редуктора и назначением деталей; обратить внимание на способ смазки зацепления и подшипников; изучить входной, промежуточный и выходной валы редуктора с их деталями и подшипниками.

4. Сосчитать число зубьев шестерни и колеса и вычислить передаточные числа каждой ступени редуктора.

5. Вычислить общее передаточное число редуктора.

6. Собрать редуктор до установки крышки корпуса, проверить плавность зацепления колес, установить крышку и закрепить ее болтами.

7. Вычертить кинематическую схему редуктора.

8. Выводы и предложения по проделанной работе.

Выводы и предложения:

В результате проделанной работы курсанты должны научиться производить расчеты многоступенчатой цилиндрической передачи, выбирать материалы, составлять кинематические схемы и сформировать навыки использования справочной и технической литературой.

Содержание отчета:

Наименование практического занятия

Цель занятия

Отчет о выполнении каждого этапа раздела «Содержание и порядок выполнения работы»

Список использованной литературы

Выводы о проделанной работе

Даты и подписи курсанта и преподавателя

Вопросы для самопроверки:

1. Назначение передач вращательного движения по принципу действия и принципу передачи движения от ведущего звена к ведомому.

2. Кинематические и силовые соотношения в передачах.

3. Зубчатые передачи. Классификация.

4. Основы теории зубчатого зацепления двух эвольвентных колес. Передаточное число.

5. Кинематические схемы цилиндрических редукторов.

Тема 3.3 Зубчатые передачи

МО-15 02 06-ОП.05 ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	С.28/32

Практическое занятие №13 Проектировочный расчет цилиндрической передачи редуктора

Цель занятия:

Освоение методики проектировочного расчета передачи редуктора.
Применение расчетных формул геометрических размеров зубчатых колес.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ОК01, ОК02, ОК03, ОК04, ОК05, ОК06, ОК07, ОК09, ПК1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 4.1, ПК 4.2, ПК 4.3.

Формируемые личностные результаты: ЛР 13, ЛР 18, ЛР 19, ЛР 24, ЛР 29, ЛР 32.

Используемые источники: [1]; [2]; [3].

Исходные материалы и данные:

1. Передаточное число редуктора (по варианту задания в практическом занятии № 27).
2. Вращательный момент на ведомом валу редуктора (практическое занятие № 28).
3. Допускаемое контактное напряжение (практическое занятие № 32).

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Записать формулу межосевого расстояния a_w из условия контактной выносливости поверхности зубьев [9, с. 31 или с. 293] и входящие в него величины (K_a , u , T_2 , $K_{H\beta}$ по таблице 3.1 [2], $[\sigma_H]$ из практического занятия № 32, п. 4.1, $\psi_{ва}$ из [9, с. 33]).
2. Рассчитать межосевое расстояние и округлить до ближайшего стандартного ряда по ГОСТ 2185-66, 1-ый ряд, [9, с. 36].
3. Рассчитать модуль зацепления m по рекомендации $m = (0,01 - 0,02) \cdot a_w$ по ГОСТ 9563-60, 1-ый ряд, не менее 2 мм.

Примечание: $m = m_t$ для прямозубых колес; $m = m_n$ для непрямоугольных колес.

4. Принять предварительно угол наклона зубьев β из интервала $\beta = 8^\circ - 15^\circ$ для косозубых цилиндрических колес; $\beta = 20^\circ - 14^\circ$ для шевронных колес; $\beta = 0^\circ$ для прямозубых колес.
5. Определить число зубьев шестерни z_1 , округлить до целого значения (учесть $z_{1max} = 17$, или $z_{1min} = 13$ для шевронных колес).
6. Определить число зубьев колеса z_2 .
7. Уточнить значение угла наклона зубьев.

МО-15 02 06-ОП.05 ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	С.29/32

8. Определить основные размеры шестерни и колеса:

8.1 d_1 и d_2 – делительные диаметры. Проверить значение a_w .

8.2 диаметры:

- вершин зубьев d_{a1} и d_{a2} ;

- впадин зубьев d_{f1} и d_{f2} .

8.2 ширину венца колеса b_2 и шестерни b_1 ($b_1 > b_2$ на 3 – 5 мм).

Выводы и предложения:

В результате проделанной работы курсанты должны выполнить проектировочный расчет цилиндрической передачи редуктора проанализировать достоинства и недостатки данной передачи.

Содержание отчета:

Наименование практического занятия

Цель занятия

Вариант задания

Отчет о выполнении каждого этапа раздела «Содержание и порядок выполнения работы»

Список использованной литературы

Выводы и предложения

Даты и подписи курсанта и преподавателя

Вопросы для самопроверки:

1. Дать определение делительной окружности зубчатого колеса, модуля зацепления (торцовый и нормальный).

2. Как определяются диаметры делительных окружностей, диаметры окружностей вершин и впадин для прямозубых и косозубых колес?

3. Формула для расчета межосевого расстояния.

4. Минимальное число зубьев для шестерни косозубого и шевронного колеса.

5. Угол наклона зубьев косозубого и шевронного колеса.

МО-15 02 06-ОП.05 ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	С.30/32

Тема 3.8 Шпоночные и шлицевые соединения

Практическое занятие №14 Проверочные расчеты шпоночных соединений

Цель занятия:

Показать практическое применение темы «Сдвиг, Срез, Смятие» из раздела 2 «Сопротивление материалов» на примере расчетов шпоночных соединений. Установление логических связей с другими дисциплинами.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: ОК01, ОК02, ОК03, ОК04, ОК05, ОК06, ОК07, ОК09, ПК1.1, ПК 1.2, ПК 1.3, ПК 4.1, ПК 4.2, ПК 4.3.

Формируемые личностные результаты: ЛР 13, ЛР 18, ЛР 19, ЛР 24, ЛР 29, ЛР 32.

Используемые источники: [1]; [2]; [3].

Исходные материалы и данные:

1. Диаметр ведомого вала редуктора – выходного конца его $d_{в2}$ и под колесо $d_{к2}$, длины ступиц полумуфты $l_{СТМ}$ и колеса $l_{СТК}$.
2. Допускаемые напряжения смятия $[\sigma_{см}]$ и среза $[\tau_{ср}]$.
3. Валы редукторов.
4. Вращательный момент T_2 .

Порядок выполнения работы:

1. Для ведомого вала редуктора выбрать шпонки призматические со скругленными торцами (ГОСТ 23360-78). Принять для стальных шпонок $[\sigma_{см}] = 100 \dots 120$ МПа, $[\tau_{ср}] = 60 \dots 72$ МПа.

2. Выбираем шпонки [9, таблица 8.9, с. 169].

2.1 Шпонка под полумуфту:

$d_{в2} =$ в $h =$ $t_1 =$

2.2 Шпонка под колесо:

$d_{к2} =$ в $h =$ $t_1 =$

$l_{СТК} =$ $l = l_{СТК} - (5 \dots 10)$ мм $l =$

Проверяем шпонки на срез:

$$\tau_{ср} = \frac{2T_2}{d \cdot b_1 \cdot (\ell - b)} \leq [\tau_{ср}].$$

Проверяем шпоночное соединение на смятие:

МО-15 02 06-ОП.05 ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	С.31/32

$$\sigma_{см} = \frac{2T_2}{d(h - t_1)(l - b)} \leq [\sigma_{см}].$$

Выводы и предложения:

В результате проделанной работы курсанты должны изучить типы стандартных шпонок, выполнить расчет шпоночного соединения, проанализировать достоинства и недостатки данного соединения. При этом обратить внимание на то, где применяются данные соединения.

Содержание отчета:

Наименование практического занятия

Цель занятия

Отчет о выполнении всех пунктов из раздела «Содержание и порядок выполнения работы»

Список использованных источников

Выводы и предложения

Дата и подписи студента и преподавателя

Вопросы для самопроверки:

1. Для чего предназначены шпонки?
2. Какие имеются разновидности шпоночных соединений?
3. В каких случаях применяются призматические шпонки?
4. Выбор шпонок. Проверочные расчеты шпоночных соединений.
5. Достоинства шлицевых соединений.

МО-15 02 06-ОП.05 ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	С.32/32

Используемые источники литературы

- 1.Эрдеди А.А., Эрдеди Н.А. «Теоретическая механика. Сопротивление материалов», М., Издательский центр «Академия», 2014
2. Олфинская В.П. «Детали машин. Краткий курс и тестовые задания», М., Форум – Инфра, 2014
3. Аркуша А.И. Техническая механика: теоретическая механика и сопротивление материалов. М., Высшая школа, 2010
4. Аркуша А.И. Руководство к решению задач по теоретической механике М., Высшая школа, 2010