


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

КОЛЛЕДЖ

УТВЕРЖДАЮ
Директор колледжа
О.В. Жижикина

«29» 01 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Техническая механика»

специальности:
26.02.02 «Судостроение»

Петропавловск-Камчатский
2026

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	3
1.1. Область применения рабочей программы.....	3
1.2. Место учебной дисциплины в структуре программы подготовки специалистов среднего звена	3
1.3. Цели и задачи учебной дисциплины – требования к результатам освоения учебной дисциплины	3
2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
3.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы	5
3.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины	5
Изменение механических свойств материалов	7
3.3. Вопросы итогового контроля знаний.....	7
4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	9
4.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению	9
4.2. Информационное обеспечение обучения	9
5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ...	10
6. ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ.....	12
ПРИЛОЖЕНИЕ А Фонд оценочных средств	13

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОП.02 Техническая механика

1.1. Область применения рабочей программы

Рабочая программа учебной дисциплины является частью программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС по специальности 26.02.02 «Судостроение».

1.2. Место учебной дисциплины в структуре программы подготовки специалистов среднего звена

Дисциплина общепрофессионального цикла (ОП.02).

1.3. Цели и задачи учебной дисциплины – требования к результатам освоения учебной дисциплины

Цель дисциплины «Техническая механика»: грамотное использование свойств природных и искусственных материалов в профессиональной деятельности, способность анализировать проблемы, возникающие в связи с применением конкретных материалов, способность ориентироваться в обширном мире окружающих материалов как с точки зрения их практического применения, так и в отношении их влияния на окружающую среду. Дисциплина «Техническая механика» включена в обязательную часть общепрофессионального цикла образовательной программы.

В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:

уметь:

- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части
- определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы
- выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы
- владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах
- оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)
- определять задачи для поиска информации, планировать процесс поиска, выбирать необходимые источники информации
- выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска
- оценивать практическую значимость результатов поиска
- применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач
- использовать современное программное обеспечение в профессиональной деятельности
- использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач
- грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке
- проявлять толерантность в рабочем коллективе;
- понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы
- участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы
- строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности
- кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые)
- писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы
- Использовать программное обеспечение для выполнения расчетов

- Производить расчет экономической эффективности на основе проектируемых технологических процессов в судостроении
- пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами документации
- использовать компьютерное программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов
- интерпретировать данные контрольно-измерительных приборов
- использовать типовые методики для теоретических расчетов
- знать:**
- актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить
- структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях
- основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте
- методы работы в профессиональной и смежных сферах
- порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности
- номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности
- приемы структурирования информации
- формат оформления результатов поиска информации
- современные средства и устройства информатизации, порядок их применения и
- программное обеспечение в профессиональной деятельности, в том числе цифровые средства
- правила оформления документов
- правила построения устных сообщений
- правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы
- основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика)
- лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности
- особенности произношения
- правила чтения текстов профессиональной направленности
- правила организации технологической подготовки и управления технологической подготовкой производства, установленные ЕСТПП
- основы технологии судостроительного производства
- основные методы программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения
- характеристики применяемых в конструируемых изделиях материалов
- основы проведения патентных исследований
- методы и средства выполнения технических расчетов, вычислительных и графических работ
- порядок работы с прикладными компьютерными программами для выполнения расчетов, подготовки документации в текстовом и числовом виде, поиска и хранения информации
- технические требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям, принципы их работы, условия монтажа и технической эксплуатации.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины способствует формированию следующих общих и профессиональных компетенций:

Код	Наименование результата обучения
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 05	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста
ОК 09	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.
ПК 1.2	Рассчитывать нормы и регистрировать расход материально-технических, энергетических ресурсов для осуществления технологических процессов судостроения.
ПК 2.1	Осуществлять подготовку и оформление проектно-конструкторской документации для изготовления деталей узлов, секций корпусов.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
Максимальная учебная нагрузка (всего)	138
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	138
в том числе:	
лекции	94
практические занятия	20
консультации	6
Самостоятельная работа обучающегося (всего)	6
Промежуточная аттестация	12
Итоговая аттестация 3 семестр – контрольная работа 4 семестр – дифференцированный зачет	

3.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины

ОП.02 Техническая механика

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, практические занятия, лабораторные работы	Объем часов	ОК/ПК
1	2	3	4
3 семестр			
Тема 1.1. Теоретическая механика	Лекции	32	ОК 01
	1 Основные понятия и аксиомы статики. Связи и их реакция. Плоская система сил. Элементы теории трения. Пространственная система сил.		
	2 Определение центра тяжести. Кинематические точки. Простейшие движения твердого тела. Сложное движение точки. Сложение двух вращательных движений.		
	3 Законы динамики, уравнение движения материальной точки. Силы, действующие на точки механической системы. Теорема о движении центра масс механической системы.		
	4 Работа сил. Мощность. Коэффициент полезного действия. Моменты инерции твердого тела		
	5 Теоремы об изменении количества движения материальной точки и механической системы		
6 Теорема об изменении момента количества движения материальной точки			

		Теорема об изменении кинематического момента механической системы		
	7	Теорема об изменении кинематической энергии материальной точки Дифференциальные уравнения поступательного движения твердого тела		
	8	Плоская система сил (решение примеров)		
	9	Элементы теории трения (решение примеров)		
	Практическое занятие 1		2	ПК 1.2
	Определение центра тяжести (решение примеров)			
	Практическое занятие 2		2	ПК 2.1
	Кинематика точки. Простейшие движения твёрдого тела (решение примеров)			
	Практическое занятие 3		2	ПК 2.1
	Законы динамики. Моменты инерции твёрдого тела. Теорема об изменении количества движения механической системы (решение примеров)			
Тема 1.2. Основы сопротивления материалов	Лекции		30	ОК 01 ОК 05
	1	Основные понятия. Растяжение и сжатие. Основные механические характеристики материалов. Расчеты на прочность при растяжении и сжатии.		
	2	Срез и сжатие. Кручение. Прямой поперечный изгиб. Определение перемещений при изгибе.		
	3	Теория предельных напряженных состояний. Понятие о сопротивлении усталости. Прочность при динамических нагрузках.		
	4	Устойчивость при осевом нагружении стержня. Раскрытие статической неопределимости систем.		
	5	Расчеты на прочность при растяжении и сжатии		
	6	Испытания образца на растяжение		
	7	Расчеты на прочность при срезе и смятии		
	8	Прямой поперечный изгиб (решение примеров)		
		Практическое занятие 4		
	Построение эпюр изгибающих моментов для одноопорной и двух опорной балок			
	Практическое занятие 5		2	ПК 1.2
	Устойчивость при осевом нагружении стержня. Раскрытие статической неопределимости стержневых систем (решение примеров)			
Консультация			2	
Промежуточная аттестация – контрольная работа			6	
3 семестр				
РАЗДЕЛ 2. МАТЕРИАЛЫ И КОНСТРУКЦИИ МАШИН				
Тема 2.1. Детали и механизмы машин	Лекции		22	ОК 02
	1	Машины и их основные элементы. Основные критерии работоспособности и расчета деталей машин.		
	2	Машиностроительные материалы (Критерии работоспособности и расчеты валов и осей. Расчет осей на статическую прочность.		
	3	Приближенный расчет валов на прочность. Расчет осей и валов на жесткость.). Корпусные детали		
	4	Пружины и рессоры. Неразъемные соединения (Заклепочные, паяные, сварные и клеевые соединения). Разъемные соединения. Подшипники. Муфты.		

	5	Фрикционные передачи (Цилиндрическая фрикционная передача. Расчет на прочность цилиндрической фрикционной передачи. Коническая фрикционная передача. Расчет на прочность фрикционной передачи.)		
	6	Виды передач. Винт. Реечные передачи. Кривошипно-шатунные механизмы. Кулисные механизмы. Общие сведения о редукторах		
	7	Расчёт заклёпочных швов		
	8	Расчёт сварных стыковых и нахлесточных соединений		
	9	Расчёт резьбы на прочность		
	10	Выбор и расчёт муфт		
	11	Основные критерии работоспособности червячных передач		
	Практическое занятие 6			
		Расчёт осей на статическую прочность (решение примеров)	2	ПК 2.1
	Практическое занятие 7			
		Расчёт опор осей и валов (решение примеров)	2	ПК 2.1
	Практическое занятие 8			
		Расчёт на прочность фрикционных передач	2	ПК 2.1
	Практическое занятие 9			
		Расчёт ременных и зубчатых передач	2	ПК 2.1
Тема 2.2	Лекции			
Изменение механических свойств материалов	1	Основные способы изменения механических свойств	10	ОК 01 ОК 09
	2	Упрочняющая обработка пластическим деформированием		
	3	Повышение износостойкости поверхностных слоёв		
	4	Поверхностные покрытия		
	5	Упрочнение поверхностных слоёв химико-термической обработкой		
	6	Упрочнение ходовых винтов		
	Практическое занятие 10			
	Методы повышения износостойкости поверхностных слоёв	2	ПК 1.2	
Самостоятельная работа			6	
Консультация			4	
Промежуточная аттестация – дифференцированный зачет			6	
ИТОГО			138	

3.3. Вопросы итогового контроля знаний

1. Основные понятия и аксиомы статики. Связи и их реакция.
2. Плоская система сил.
3. Элементы теории трения.
4. Пространственная система сил.
5. Определение центра тяжести.
6. Кинематические точки.
7. Простейшие движения твердого тела.
8. Сложное движение точки.
9. Сложение двух вращательных движений.
10. Законы динамики, уравнение движения материальной точки.
11. Силы, действующие на точки механической системы.
12. Теорема о движении центра масс механической системы.
13. Работа сил. Мощность.
14. Коэффициент полезного действия.
15. Моменты инерции твердого тела

16. Теоремы об изменении количества движения материальной точки и механической системы
17. Теорема об изменении момента количества движения материальной точки
18. Теорема об изменении кинематического момента механической системы
19. Теорема об изменении кинематической энергии материальной точки
20. Дифференциальные уравнения поступательного движения твердого тела
21. Плоская система сил (решение примеров)
22. Элементы теории трения (решение примеров)
23. Основные понятия.
24. Растяжение и сжатие.
25. Основные механические характеристики материалов.
26. Расчеты на прочность при растяжении и сжатии.
27. Срез и сжатие. Кручение.
28. Прямой поперечный изгиб.
29. Определение перемещений при изгибе.
30. Теория предельных напряженных состояний. Понятие о сопротивлении усталости. Прочность при динамических нагрузках.
31. Устойчивость при осевом нагружении стержня.
32. Раскрытие статической неопределимости систем.
33. Расчеты на прочность при растяжении и сжатии
34. Испытания образца на растяжение
35. Расчеты на прочность при срезе и смятии
36. Прямой поперечный изгиб (решение примеров)
37. Машины и их основные элементы.
38. Основные критерии работоспособности и расчета деталей машин.
39. Машиностроительные материалы.
40. Критерии работоспособности и расчеты валов и осей. Расчет осей на статическую прочность.
41. Приближенный расчет валов на прочность. Расчет осей и валов на жесткость. Корпусные детали.
42. Пружины и рессоры.
43. Неразъемные соединения (Заклепочные, паяные, сварные и клеевые соединения).
44. Разъемные соединения. Подшипники. Муфты.
45. Фрикционные передачи (Цилиндрическая фрикционная передача. Расчет на прочность цилиндрической фрикционной передачи.)
46. Фрикционные передачи (Коническая фрикционная передача. Расчет на прочность фрикционной передачи.)
47. Виды передач. Винт.
48. Реечные передачи.
49. Кривошипно-шатунные механизмы.
50. Кулисные механизмы.
51. Общие сведения о редукторах
52. Расчёт заклёпочных швов
53. Расчёт сварных стыковых и нахлесточных соединений
54. Расчёт резьбы на прочность
55. Выбор и расчёт муфт
56. Основные критерии работоспособности червячных передач
57. Основные способы изменения механических свойств
58. Упрочняющая обработка пластическим деформированием
59. Повышение износостойкости поверхностных слоёв
60. Поверхностные покрытия
61. Упрочнение поверхностных слоёв химико-термической обработкой

4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Реализация учебной дисциплины осуществляется:

Учебная аудитория 7-109: комплект учебной мебели на 100 посадочных мест, наглядно-информационные материалы, мультимедийный проектор

Учебная аудитория 7-107: комплект учебной мебели на 30 посадочных мест, доска аудиторная, мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор), комплект сборочных единиц, стенды со справочно-информационными данными и с примерами выполнения работ, тестовые материалы, альбом справочных данных, макеты геометрических тел со сквозными отверстиями, чертежный инструмент

Кабинет для самостоятельной работы 7-103: комплект учебной мебели на 6 посадочных мест, 1 компьютер с доступом к сети «Интернет» и в электронную информационно образовательную среду

Кабинет для самостоятельной работы 3-302: комплект учебной мебели на 6 посадочных мест, 4 компьютера с доступом к сети «Интернет» и в электронную информационно образовательную среду, доска аудиторная, мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор)

4.2. Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основная литература:

1. Бабецкий В. И. Механика в примерах и задачах : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Бабецкий, О. Н. Третьякова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 92 с.

2. Бухгольц Н. Н. Основной курс теоретической механики : учебное пособие для СПО / Н. Н. Бухгольц. – Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. – Часть 1 : Кинематика, статика, динамика материальной точки – 2022. – 468 с.

3. Вереина Л. И. Основы технической механики: учебник: Рекомендовано ФГАУ «ФИРО». – Москва: ИД Академия, 2022. – 224 с., пер. № 7 бц

4. <http://claw.ru/> - Образовательный портал

5. <http://ru.wikipedia.org/> - Свободная энциклопедия

6. Электронный ресурс Российское образование, Федеральный портал (<http://www.edu.ru>).

Дополнительные источники:

7. 1. Бухгольц, Н. Н. Основной курс теоретической механики: учебное пособие для СПО / Н. Н. Бухгольц. – Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. – Часть 1: Кинематика, статика, динамика материальной точки – 2021. – 468 с. – ISBN 978-5-8114-6765-5.

8. 2. Бухгольц, Н. Н. Основной курс теоретической механики: учебное пособие для СПО / Н. Н. Бухгольц. – Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. – Часть 2: Динамика системы материальных точек – 2021. – 336 с. – ISBN 978-5-8114-6766-2

5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, проектов, исследований.

Общая/профессиональная компетенция	Результаты обучения	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
ОК.01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	Умения: <ul style="list-style-type: none"> - распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части - определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы - выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы - владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах - оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника) 	Фронтальный опрос по темам 1.1, 1.2, 2.2
	Знания: <ul style="list-style-type: none"> - актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить - структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях - основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте - методы работы в профессиональной и смежных сферах - порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности 	
ОК.02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности	Умения: <ul style="list-style-type: none"> - определять задачи для поиска информации, планировать процесс поиска, выбирать необходимые источники информации - выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска - оценивать практическую значимость результатов поиска - применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач - использовать современное программное обеспечение в профессиональной деятельности - использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач 	Фронтальный опрос по теме 2.1
	Знания: <ul style="list-style-type: none"> - номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности - приемы структурирования информации - формат оформления результатов поиска информации - современные средства и устройства информатизации, порядок их применения и - программное обеспечение в профессиональной деятельности, в том числе цифровые средства 	
ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста	Умения: <ul style="list-style-type: none"> - грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке - проявлять толерантность в рабочем коллективе 	Фронтальный опрос по теме 1.2
	Знания: <ul style="list-style-type: none"> - правила оформления документов - правила построения устных сообщений 	
ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.	Умения: <ul style="list-style-type: none"> - понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы - участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы - строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности - кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые) - писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы 	Фронтальный опрос по теме 2.2

	<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы - основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика) - лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности - особенности произношения - правила чтения текстов профессиональной направленности 	<p>Дифференцированный зачет Контрольная работа</p>
<p>ПК 1.2 Рассчитывать нормы и регистрировать расход материально-технических, энергетических ресурсов для осуществления технологических процессов судостроения.</p>	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Использовать программное обеспечение для выполнения расчетов - Производить расчет экономической эффективности на основе проектируемых технологических процессов в судостроении 	<p>Практическое занятие 1, 5, 10</p>
	<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Правила организации технологической подготовки и управления технологической подготовкой производства, установленные ЕСТПП - Основы технологии судостроительного производства 	<p>Дифференцированный зачет Контрольная работа</p>
<p>ПК 2.1 Осуществлять подготовку и оформление проектно-конструкторской документации для изготовления деталей узлов, секций корпусов.</p>	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами документации - Использовать компьютерное программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов - Интерпретировать данные контрольно-измерительных приборов - Использовать типовые методики для теоретических расчетов 	<p>Практические занятия 2-4, 6-9</p>
	<p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Основные методы программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения - Характеристики применяемых в конструируемых изделиях материалов - Основы проведения патентных исследований - Методы и средства выполнения технических расчетов, вычислительных и графических работ - Порядок работы с прикладными компьютерными программами для выполнения расчетов, подготовки документации в текстовом и числовом виде, поиска и хранения информации - Технические требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям, принципы их работы, условия монтажа и технической эксплуатации 	<p>Дифференцированный зачет Контрольная работа</p>

6. ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

Дополнения и изменения в рабочей программе за ____ / ____ учебный год

В рабочую программу по дисциплине «Техническая механика» для специальности 26.02.02 «Судостроение» вносятся следующие дополнения и изменения:


Дополнения и изменения внес _____
(должность, Ф.И.О., подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании педагогического совета протокол № _____ от « _____ » _____ 20__ г.

Зам. директора по УМР _____
(подпись)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

КОЛЛЕДЖ

УТВЕРЖДАЮ
Директор колледжа
О.В. Жижикина

«29» 01 2026 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

«Техническая механика»

специальность:
26.02.02 «Судостроение»

Петропавловск-Камчатский
2026

1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Компетенции	Планируемые результаты	Критерии оценивания результатов обучения			
		неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
ОК.01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	Умения: распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части; определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы; выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)	Отсутствие умений выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам, эффективно искать информацию и оценивать результат и последствия своих действий.	Фрагментарные, неполные умения выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам, эффективно искать информацию и оценивать результат и последствия своих действий.	Небольшие пробелы в умении выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам, эффективно искать информацию и оценивать результат и последствия своих действий.	Сформированное умение выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам, эффективно искать информацию и оценивать результат и последствия своих действий.
	Знания: актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте; методы работы в профессиональной и смежных сферах; порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности.	Отсутствие знаний об основных источниках и ресурсах информации, о методах работы в профессиональной сфере и порядке оценки результатов решения задач профессиональной деятельности.	Несистемное использование знаний об основных источниках и ресурсах информации, о методах работы в профессиональной сфере и порядке оценки результатов решения задач профессиональной деятельности.	Небольшие пробелы в знаниях об основных источниках и ресурсах информации, о методах работы в профессиональной сфере и порядке оценки результатов решения задач профессиональной деятельности.	Сформирована система знаний об основных источниках и ресурсах информации, о методах работы в профессиональной сфере и порядке оценки результатов решения задач профессиональной деятельности.
ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;	Умения: определять задачи для поиска информации; определять необходимые источники информации; планировать процесс поиска; структурировать получаемую информацию; выделять наиболее значимое в перечне информации; оценивать практическую значимость результатов поиска; оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач; использовать современное программное обеспечение; использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач.	Отсутствие умений использовать современные средства поиска правовой информации, интерпретации и систематизации правовой информации.	Фрагментарные, неполные умения использовать современные средства поиска правовой информации, интерпретации и систематизации правовой информации.	Небольшие пробелы в умении использовать современные средства поиска правовой информации, интерпретации и систематизации правовой информации.	Сформированное умение использовать современные средства поиска правовой информации, интерпретации и систематизации правовой информации.
	Знания: номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности; приемы структурирования информации; формат оформления результатов поиска информации, современные средства и устройства информатизации; порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности в том числе с использованием цифровых средств.	Отсутствие знаний о правовых информационных источниках, способах структурирования информации и оформлении результатов поиска правовой информации.	Несистемное использование знаний о правовых информационных источниках, способах структурирования информации и оформлении результатов поиска правовой информации.	Небольшие пробелы в знаниях о правовых информационных источниках, способах структурирования информации и оформлении результатов поиска правовой информации.	Сформирована система знаний о правовых информационных источниках, способах структурирования информации и оформлении результатов поиска правовой информации.

ОК.05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста	Умения: грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке; проявлять толерантность в рабочем коллективе	Отсутствие умений грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке	Фрагментарные, неполные умения грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке	Небольшие пробелы в умении грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке	Сформированное умение грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке
	Знания: правила оформления документов; правила построения устных сообщений.	Отсутствие знаний о правилах оформления документов; правилах построения устных сообщений.	Несистемное использование знаний о правилах оформления документов; правилах построения устных сообщений.	Небольшие пробелы в знаниях о правилах оформления документов; правилах построения устных сообщений.	Сформирована система знаний о правилах оформления документов; правилах построения устных сообщений.
ОК.09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.	Умения: понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы: участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы; строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности; кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые); писать простые связанные сообщения на знакомые или интересные профессиональные темы	Отсутствие умений понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы.	Фрагментарные, неполные умения понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы	Небольшие пробелы в умении понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы	Сформированное умение понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы
	Знания: правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы; основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика); лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности; особенности произношения и правила чтения текстов профессиональной направленности	Отсутствие знаний о правилах построения простых и сложных предложений на профессиональные темы	Несистемное использование знаний о правилах построения простых и сложных предложений на профессиональные темы	Небольшие пробелы в знаниях о правилах построения простых и сложных предложений на профессиональные темы	Сформирована система знаний о правилах построения простых и сложных предложений на профессиональные темы
ПК 1.2 Рассчитывать нормы и регистрировать расход материально-технических, энергетических ресурсов для осуществления технологических процессов судостроения.	Умения: использовать программное обеспечение для выполнения расчетов; производить расчет экономической эффективности на основе проектируемых технологических процессов в судостроении	Отсутствие умений производить расчет экономической эффективности на основе проектируемых технологических процессов в судостроении	Фрагментарные, неполные умения производить расчет экономической эффективности на основе проектируемых технологических процессов в судостроении	Небольшие пробелы в умении производить расчет экономической эффективности на основе проектируемых технологических процессов в судостроении	Сформированное умение производить расчет экономической эффективности на основе проектируемых технологических процессов в судостроении
	Знания: правила организации технологической подготовки и управления технологической подготовкой производства, установленные ЕСТПП; основы технологии судостроительного производства	Отсутствие знаний о правилах организации технологической подготовки и управления технологической подготовкой производства	Несистемное использование знаний о правилах организации технологической подготовки и управления технологической подготовкой производства	Небольшие пробелы в знаниях о правилах организации технологической подготовки и управления технологической подготовкой производства	Сформирована система знаний о правилах организации технологической подготовки и управления технологической подготовкой производства
ПК 2.1 Осуществлять подготовку и оформление проектно-конструкторской документации	Умения: пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами документации; использовать компьютерное программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов; интерпретировать	Отсутствие умений пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами документации; использовать компьютерное	Фрагментарные, неполные умения пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами докумен-	Небольшие пробелы в умении пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами докумен-	Сформированное умение пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами документации; использовать компьютерное

для изготовления деталей узлов, секций корпусов.	данные контрольно-измерительных приборов; использовать типовые методики для теоретических расчетов	программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов	тации; использовать компьютерное программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов	тации; использовать компьютерное программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов	программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов
	Знания: основные методы программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения; характеристики применяемых в конструируемых изделиях материалов; основы проведения патентных исследований; методы и средства выполнения технических расчетов, вычислительных и графических работ; порядок работы с прикладными компьютерными программами для выполнения расчетов, подготовки документации в текстовом и числовом виде, поиска и хранения информации; технические требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям, принципы их работы, условия монтажа и технической эксплуатации	Отсутствие знаний о методах программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения	Несистемное использование знаний о методах программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения	Небольшие пробелы в знаниях о методах программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения	Сформирована система знаний о методах программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения

2. Уровень и критерии освоения компетенции, а также показатели и критерии оценки её сформированности

Уровень освоения	Критерии освоения	Показатели и критерии оценки сформированности компетенции
Продвинутый	<p><i>Компетенции сформированы</i></p> <p>Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка</p>	<p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено на «отлично».</p> <p>Обучаемый демонстрирует способность к полной самостоятельности (допускаются консультации с преподавателем по сопутствующим вопросам) в выборе способа решения неизвестных или нестандартных заданий в рамках учебной дисциплины с использованием знаний, умений и навыков, полученных как в ходе освоения данной учебной дисциплины, так и смежных дисциплин.</p>
Базовый	<p><i>Компетенции сформированы.</i></p> <p>Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка</p>	<p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальной оценкой, некоторые виды заданий выполнены с несущественными ошибками. Качество выполнения заданий оценено преимущественно на «хорошо».</p> <p>Способность обучающегося продемонстрировать самостоятельное применение знаний, умений и навыков при решении заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель при потенциальном формировании компетенции, подтверждает наличие сформированной компетенции, причем на более высоком уровне.</p>
Пороговый	<p><i>Компетенции сформированы.</i></p> <p>Демонстрируется недостаточный уровень самостоятельности практического навыка</p>	<p>Теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки. Качество выполнения заданий оценено преимущественно на «удовлетворительно».</p> <p>Если обучаемый демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению учебных заданий в полном соответствии с образцом, данным преподавателем, по заданиям, решение которых было показано преподавателем, следует считать, что компетенция сформирована, но ее уровень недостаточно высок.</p>

Низкий	<p><i>Компетенции не сформированы</i></p> <p>Демонстрируется отсутствие или фрагментарное наличие самостоятельности и практического навыка</p>	<p>Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.</p> <p>Неспособность обучаемого самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения, отсутствие самостоятельности в применении умения к использованию методов освоения учебной дисциплины и неспособность самостоятельно проявить навык повторения решения поставленной задачи по стандартному образцу свидетельствуют об отсутствии сформированной компетенции.</p>
--------	--	---

3. Описание шкал оценивания

Оценка	Результаты
Фронтальный опрос	
Отлично	Ответы на поставленные вопросы излагаются четко, логично, последователь-но и не требуют дополнительных пояснений, дела-ются обоснованные выводы, демонстрируются глубокие знания базовых нормативных и правовых актов, соблюдаются нормы ли-тературной речи
Хорошо	Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно, материал излагается уверенно, демонстриру-ется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер, соблюдаются нормы литературной речи, обучающийся демонстрирует хороший уровень освоения материала.
Удовлетворительно	Допускаются нарушения в последовательности изложения ответов на поставленные вопросы, демонстрируются поверхностные знания вопроса, имеются затруднения с выводами, допускаются нарушения норм литературной речи.
Неудовлетворительно	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине, имеются за-метные нарушения норм литературной речи, обучающийся допускает существенные ошибки в ответах на вопросы, не ориентиру-ется в понятийном аппарате.
Практическое занятие	
Отлично	Выставляется обучающемуся, чей результат анализа ситуации оказался наиболее всесторонним, чье решение или расчет оказался наиболее продуманным, логичным и предусматривающим большее количество альтернативных вариантов решений;
Хорошо	Выставляется обучающемуся, использовавшему методику или инструмент анализа с незначительными нарушениями, чья работа имеет незначительные погрешности
Удовлетворительно	Выставляется каждому обучающемуся, чья работа имеет нарушения, но в целом задание выполнено, анализ проведен поверх-ностно, в том числе с нарушением методики его проведения
Неудовлетворительно	Выставляется каждому обучающемуся, если работа выполнена с нарушением методики его выполнения, результаты не обосно-ваны, не сделаны выводы, выводы сделаны с грубыми нарушениями и не соответствует поставленной задаче.
Дифференцированный зачет	
Отлично	выставляется, если обучающийся показывает всесторонние и глубокие знания программного материала, знание основной и допол-нительной литературы; последовательно и четко отвечает на вопросы; уверенно ориентируется в проблемных ситуациях; демон-стрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, делать правильные выводы, проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании программного материала; подтверждает полное освоение ком-петенций, предусмотренных программой
Хорошо	выставляется, если обучающийся показывает полное знание программного материала, основной и дополнительной литературы; дает полные ответы на теоретические вопросы, допуская некоторые неточности; правильно применяет теоретические положения к оценке практических ситуаций; демонстрирует хороший уровень освоения материала и в целом подтверждает освоение компе-тенций, предусмотренных программой.
Удовлетворительно	выставляется, если обучающийся показывает знание основного материала в объеме, необходимом для предстоящей профессио-нальной деятельности; при ответе на вопросы не допускает грубых ошибок, но испытывает затруднения в последовательности их

	изложения; не в полной мере демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой на минимально допустимом уровне.
Неудовлетворительно	выставляется, если обучающийся имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала по разделу; не способен аргументировано и последовательно его излагать, допускает грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на задаваемые преподавателем вопросы или затрудняется с ответом; не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.
Контрольная работа	
Отлично	Выставляется, если обучающийся показывает всесторонние и глубокие знания программного материала; последовательно и четко отвечает на вопросы; уверенно ориентируется в проблемных ситуациях; демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, делать правильные выводы, проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании пройденного материала; подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных программой.
Хорошо	Выставляется, если обучающийся показывает полное знание программного материала; дает полные ответы на теоретические вопросы, допуская некоторые неточности; правильно применяет теоретические положения к оценке практических ситуаций; демонстрирует хороший уровень освоения материала и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой
Удовлетворительно	Выставляется, если обучающийся показывает знание основного материала в объеме, необходимом для предстоящей профессиональной деятельности; при ответе на вопросы не допускает грубых ошибок, но испытывает затруднения в последовательности их изложения; не в полной мере демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой на минимально допустимом уровне
Неудовлетворительно	Выставляется, если обучающийся имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала по разделу; не способен аргументировано и последовательно его излагать, допускает грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на задаваемые преподавателем вопросы или затрудняется с ответом; не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.

4. Типовые задания, характеризующие этапы формирования компетенций

4.1 Фронтальный опрос

Фронтальный опрос является одним из наиболее эффективных методов формирования и диагностики компетенций студентов. Этот метод представляет собой коллективную форму взаимодействия между преподавателем и группой учащихся, в ходе которой каждому учащемуся задаются короткие вопросы, направленные на выявление уровня освоения пройденного материала.

Перечень примерных вопросов:

Тема 1.1. Теоретическая механика

1. Статика

1. Что называется равнодействующей системой сил?
2. Сформулируйте аксиому наложения пар сил.
3. В чём различие между активной и реактивной силами?
4. Напишите условие равновесия плоской системы сходящихся сил.
5. Как определяется направление реакции опоры типа гладкая поверхность?

2. Трение

6. Формулировка закона Амонтона-Кулона для сухого трения скольжения.
7. Можно ли сказать, что коэффициент трения покоя меньше коэффициента трения скольжения?
8. В каких случаях трение полезно и необходимо?
9. Приведите формулу для расчёта максимального усилия трения покоя.
10. Как изменится сила трения при увеличении давления на контактирующие поверхности?

3. Кинематика

11. Как называются направления скоростей в полярной системе координат?
12. В чём отличие абсолютного и относительного движений точки?
13. Запишите уравнение движения точки в декартовой системе координат.
14. Что характеризует угловая скорость вращения твёрдого тела вокруг неподвижной оси?
15. Какой физической величиной измеряется изменение положения точки за единицу времени?

4. Динамика

16. Как записать основной закон динамики для материальной точки?
17. Какие физические величины входят в выражение для работы постоянной силы?
18. Как связано перемещение точки с мощностью действующей силы?
19. Что значит сохранение импульса механической системы?
20. Приведите определение коэффициента полезного действия (КПД) и укажите единицы измерения.

5. Энергетика и динамика вращательного движения

21. Почему важно учитывать моменты инерции твердых тел при расчете вращательных движений?
22. Запишите основную формулу теоремы о кинетическом моменте механической системы.
23. Как изменяется кинетическая энергия тела при изменении угловой скорости?
24. В чём заключаются различия между двумя видами энергии: кинетической и потенциальной?
25. Какие уравнения используются для описания поступательного движения абсолютно твёрдого тела?

Дополнительные вопросы (для углубленного понимания):

26. Что называют свободным телом и связанным телом в механике?
27. Чем отличаются принципы виртуальных работ и возможных перемещений?
28. Приведите классификацию методов расчета центров тяжести сложных геометрических тел.
29. Как работает методика составления уравнений Лагранжа второго рода?
30. В чём заключается гипотеза о силах внутреннего сопротивления в теории упругости?

Тема 1.2. Основы сопротивления материалов

Основные понятия

1. Что называют напряжением в материале?
2. В чём отличие продольного и поперечного деформаций?
3. Какая физическая характеристика определяет способность материала выдерживать нагрузки без разрушения?
4. Какие две основные группы нагрузок действуют на материалы?
5. Что является пределом пропорциональности материала?

Растяжение и сжатие

6. Опишите характер разрушения хрупких и пластичных материалов при растяжении.
7. Что называется модулем Юнга и как он определяется экспериментально?
8. Как изменяется длина стержня при воздействии растягивающей силы?
9. Почему при сжатии бетона прочность значительно выше, чем при растяжении?
10. Что показывают кривые напряжение-деформация для разных типов материалов?

Кручение и прямой поперечный изгиб

11. Какие возникают внутренние усилия при кручении круглого стержня?
12. Что такое чистый сдвиг и как он появляется в элементах конструкции?
13. Какие закономерности распределения касательных напряжений при чистом сдвиге?
14. Как определяется угол поворота при кручении бруса?
15. Как выглядит формула для расчета нормальных напряжений при изгибе прямоугольного профиля?

Устойчивость и усталость

16. Что вызывает потерю устойчивости длинных сжатых стержней?
17. Как оценивается безопасность конструкции при усталостных нагрузках?
18. Почему важны испытания на растяжение при определении долговечности изделия?
19. Что такое теория предельного состояния материала?
20. В чём заключается опасность циклических нагрузок на конструкцию?

Проверка прочности и перемещения

21. Как производится проверка прочности стального стержня при центральном растяжении?
 22. Какие формулы используют для расчета перемещений при изгибе балки?
 23. Что означает термин "статически неопределимая конструкция"?
 24. Почему необходимо учитывать влияние концентрации напряжений вблизи отверстий или вырезов?
 25. Какие меры принимаются для снижения риска потери устойчивости при осевых сжимающих нагрузках?
- Дополнительные вопросы:
26. В чём состоят особенности проектирования высоконагруженных металлических конструкций?
 27. Какие технологии помогают повысить долговечность конструкций при повторных нагрузках?

28. Приведите характеристику трех стадий процесса образования трещины в металлах при многократных нагрузках.
29. Чем объясняется рост нормативных требований к материалам при создании авиационных конструкций?
30. Какие методики испытаний проводятся для проверки сопротивления металлов коррозии и усталости?

Раздел 2. Материалы и конструкции машин

Тема 2.1. Детали и механизмы машин

Основные элементы машин

1. Что относится к основным элементам современных машин?
2. Какие признаки определяют работоспособность деталей машин?
3. Какие требования предъявляются к машиностроительным материалам?
4. В чём разница между прочностью и устойчивостью деталей?
5. Назовите наиболее распространённые типы соединительных элементов в конструкциях машин.

Соединения и подшипники

6. В чём преимущества неразъёмных соединений над разъёмными?
7. Что такое муфта и какую роль она играет в передаче крутящего момента?
8. Как рассчитываются напряжения в сварных соединениях?
9. Какие типы подшипников применяются чаще всего в машиностроении?
10. Чем обусловлена необходимость выбора оптимального класса точности подшипников?

Передачи и механизмы

11. В чём сущность реечной передачи и где она находит применение?
12. Опишите устройство кривошипно-шатунного механизма и область его применения.
13. Что обозначают термины "угловая скорость" и "частота вращения"?
14. Какие виды передач встречаются в современном машиностроении?
15. В чём специфика расчетов зубчатой передачи по критериям контактной выносливости?

Критерии надежности и стандарты качества

16. Какие критерии используют для оценки долговечности деталей машин?
17. Как проверяют надежность разъемных соединений при сборке узлов?
18. Что включает процесс стандартизации изделий машиностроительной отрасли?
19. Какие инструменты применяют для контроля качества обработки поверхностей?
20. Какие процедуры проводят для выявления дефектов в готовых изделиях?

Особенности расчётов

21. Как выполняется приближённый расчет валов на прочность?
22. Какие соображения лежат в основе подбора диаметра пружины?
23. Почему важен правильный подбор материала для корпусных деталей?
24. Как выбираются оптимальные режимы резания при обработке заготовок?
25. Какие конструктивные мероприятия снижают риск выхода из строя шестерён при ударных нагрузках?

Дополнительно:

26. Что представляют собой шлицевые соединения и где они применимы?
27. Какие проблемы характерны для эксплуатации редукторов и коробок передач?
28. Чем характеризуется оптимальное распределение нагрузки между зубьями шестерён?
29. Какие дефекты наиболее часто приводят к выходу из строя подшипников?

30. Как предотвращают износ кулачков и толкателей в приводах клапанов двигателей внутреннего сгорания?

Тема 2.2. Изменение механических свойств материалов

1. Какие основные методы изменения механических свойств материалов существуют?
2. В чём заключается технология холодной прокатки и как она влияет на структуру материала?
3. Какие процессы происходят при закалке стали и как это улучшает её свойства?
4. Какую цель преследуют методами химического и термического воздействия на металл?
5. Какие виды поверхностных покрытий повышают стойкость материалов против износа?
6. Что представляет собой химико-термическое упрочнение и как оно проводится?
7. Какие методы используются для восстановления изношенных деталей машин?
8. Что такое азотирование и в каких областях оно применяется?
9. Как осуществляется упрочнение винта посредством термической обработки?
10. В чём отличие поверхностного легирования от диффузионного насыщения материалом?

4.2 Практические занятия

Практические занятия являются важным методом формирования профессиональных компетенций у студентов, поскольку они позволяют закрепить теоретические знания, развить навыки самостоятельного принятия решений и повысить готовность к решению реальных проблем в профессиональной деятельности.

Практическое занятие № 1

Тема: «Определение центра тяжести (решение примеров)»

Задание: определить положение центра тяжести пространственно изогнутой проволоочной фигуры.

Практическое занятие №2

Тема: «Кинематика точки. Простейшие движения твёрдого тела (решение примеров)».

Задание: определить скорость (v) и полное ускорение (a) точки А в заданный момент времени.

Практическое занятие №3

Тема: «Законы динамики. Моменты инерции твёрдого тела. Теорема об изменении количества движения механической системы (решение примеров)».

Задания: определить угловое ускорение шкива при вертикальном перемещении груза. На цилиндрический шкив намотана нить с подвешенным на конце грузом. Весом нити пренебрегаем;

Практическое занятие №4

Тема: «Построение эпюр изгибающих моментов для одноопорной и двух опорной балок».

Задание: определить реакции опор балки на двух опорах.

Практическое занятие №5

Тема: «Устойчивость при осевом нагружении стержня. Раскрытие статической неопределимости стержневых систем (решение примеров)».

Задание: определить величину и направление при растяжении и сжатии опорной реакции в заделке прямого ступенчатого стального стержня, нагруженного продольными силами.

Практическое занятие №6

Тема: «Расчёт осей на статическую прочность (решение примеров)».

Задание: проверить прочность стержня, центрально нагруженного двумя сосредоточенными силами F_1 и F_2 .

Практическое занятие №7

Тема: «Расчёт опор осей и валов (решение примеров)».

Задание: определить реакции опор (подшипников) нагруженного вала, на который жёстко насажены шкив и колесо.

Практическое занятие №8

Тема: «Расчёт на прочность фрикционных передач».

Задание: определить максимальную и минимальную частоты вращения вала ведомого катка, а также силу прижатия катков к роликам торового вариатора, работающего в масляной ванне. Материал обоих катков – сталь.

Практическое занятие №9

Тема: «Расчёт ременных и зубчатых передач».

Задание: рассчитать силовые и кинематические параметры ременной и зубчатой передач, заключённых в одном двухступенчатом приводном устройстве, а именно определить: передаточные числа всех ступеней, угловые скорости и частоты вращения на всех валах, мощности и вращающие моменты на всех валах с учетом коэффициента полезного действия.

Практическое занятие №10

Тема: «Методы повышения износостойкости поверхностных слоёв».

Задание: осуществить выбору метода повышения износостойкости поверхностных слоёв.

4.3 Дифференцированный зачет

Примерные вопросы к дифференцированному зачету:

1. Основные понятия и аксиомы статики. Связи и их реакция.
2. Плоская система сил.
3. Элементы теории трения.
4. Пространственная система сил.
5. Определение центра тяжести.
6. Кинематические точки.
7. Простейшие движения твердого тела.
8. Сложное движение точки.
9. Сложение двух вращательных движений.
10. Законы динамики, уравнение движения материальной точки.
11. Силы, действующие на точки механической системы.
12. Теорема о движении центра масс механической системы.
13. Работа сил. Мощность.
14. Коэффициент полезного действия.

15. Моменты инерции твердого тела
16. Теоремы об изменении количества движения материальной точки и механической системы
17. Теорема об изменении момента количества движения материальной точки
18. Теорема об изменении кинематического момента механической системы
19. Теорема об изменении кинематической энергии материальной точки
20. Дифференциальные уравнения поступательного движения твердого тела
21. Плоская система сил (решение примеров)
22. Элементы теории трения (решение примеров)
23. Основные понятия.
24. Растяжение и сжатие.
25. Основные механические характеристики материалов.
26. Расчеты на прочность при растяжении и сжатии.
27. Срез и сжатие. Кручение.
28. Прямой поперечный изгиб.
29. Определение перемещений при изгибе.
30. Теория предельных напряженных состояний. Понятие о сопротивлении усталости. Прочность при динамических нагрузках.
31. Устойчивость при осевом нагружении стержня.
32. Раскрытие статической неопределимости систем.
33. Расчеты на прочность при растяжении и сжатии
34. Испытания образца на растяжение
35. Расчеты на прочность при срезе и смятии
36. Прямой поперечный изгиб (решение примеров)

1.4 Контрольная работа

Контрольная работа предназначена для закрепления и проверки уровня освоения студентами базовых понятий технической механики и их способности применять полученные знания при решении практических инженерных задач.

Примерные варианты контрольной работы:

Вариант 1.

Часть I. Теоретические вопросы (ответьте письменно на вопросы)

1. **Статика.** Сформулируйте правила знаков для внутренних усилий при расчёте ферм судового корпуса.
2. **Кинематика.** Как меняется скорость судна при повороте, если двигатель сохраняет постоянную мощность?
3. **Динамика.** Объясните физическое содержание закона сохранения импульса и его применение в кораблестроении.
4. **Материалы и прочность.** Какие основные критерии выбора материала для палубных перекрытий судов?
5. **Деформации и напряжения.** Дайте сравнительную оценку нормального и касательного напряжений, возникающих в корпусе судна при волнении моря.

Часть II. Практические задания (решить задачи)

Задача 1

Рассчитать максимальное нормальное напряжение в вертикальном стрингере бортовой обшивки судна длиной $L=20$ м, шириной $B=10$ м, толщиной $\delta=10$ мм, если судно испытывает нагрузку от волны высотой $H=3$ метра. Плотность воды принять равной $\rho=1025\text{кг/м}^3$, модуль упругости материала $E=2\cdot 10^{11}\text{Па}$.

Решение представить графически и в табличной форме.

Задача 2

Судно движется равномерно со скоростью $v=15$ км/ч в море. Необходимо рассчитать требуемую мощность двигателя для преодоления сопротивления среды, считая гидродинамическое сопротивление линейно зависящим от скорости судна. Коэффициент сопротивления воды считать постоянным и равным $k=0.01$. Масса судна составляет $m=1000$ тонн.

Представьте решение с промежуточными этапами.

Задача 3

Вычислить максимальный прогиб горизонтальной балки палубного перекрытия длиной $l=10$ метров, находящейся под действием распределённой нагрузки интенсивности $q=5000$ Н/м. Балка выполнена из алюминиевого сплава, модуль упругости которого $E=70$ ГПа, площадь поперечного сечения $A=0.05$ м², момент инерции $I=0.002$ м⁴.

Указать этапы расчёта и конечный результат.

Часть III. Тестовые задания (выбор правильного варианта ответа)

1. Какой показатель отражает степень затухания колебаний корабля в штормовую погоду?

- А) Жесткость корпуса
- Б) Амортизационная способность
- В) Демпфирующая способность
- Г) Инертность корпуса

2. При усиленном натяжении болтов крепления палубного оборудования происходит:

- А) Увеличение жесткости крепежа
- Б) Появление значительных остаточных напряжений
- В) Улучшение коррозионной стойкости
- Г) Все перечисленные варианты

3. Наиболее частым дефектом несущих конструкций судов являются:

- А) Прогибы и искривления
- Б) Микротрещины и усталостные повреждения
- В) Нарушение герметичности стыков
- Г) Электрокоррозия металла

4. При выполнении расчетов судовых конструкций наиболее важным фактором является:

- А) Минимальная стоимость материалов
- Б) Высокая производительность труда рабочих
- В) Надежность и безопасность эксплуатации
- Г) Красивый внешний дизайн судна

5. Внутреннее усилие, направленное перпендикулярно площади поперечного сечения балки, называется:

- А) Нормальное напряжение
- Б) Касательное напряжение
- В) Усилие среза
- Г) Внешняя нагрузка

Вариант 2.

Часть I. Теоретические вопросы (письменно сформулируйте ответы)

1. Статика. Сформулируйте правило определения знака реакций в узлах фермы судового каркаса.

2. Кинематика. Какое отношение имеет частота вращения гребного винта к общей скорости судна?
3. Динамика. Объясните физическую природу явления резонансных вибраций в морских судах и последствия игнорирования данного эффекта.
4. Материалы и прочность. Какие критерии прочности и пластичности применяются при выборе сталей для палубных сооружений?
5. Деформации и напряжения. Охарактеризуйте особенности неравномерного распределения напряжений вдоль борта судна при ветровой нагрузке.

Часть II. Практические задания (решите задачи)

Задача 1

Рассчитать максимальную деформацию днищевой части стальной плиты размером $L=15\text{ м} \times W=8\text{ м}$, толщина $\delta=12\text{ мм}$, при приложении сосредоточенной нагрузки $F=100\text{ кН}$ посередине плиты. Модуль упругости материала $E=2 \cdot 10^{11}\text{ Па}$.

Предоставьте подробное решение с графическими иллюстрациями и формулами.

Задача 2

Средняя осадка судна $T=5$ метра, водоизмещение $D=5000$ тонн, ширина судна $B=20$ метров. Требуется определить коэффициент остойчивости судна (GM) и сделать вывод о степени его остойчивости, учитывая, что расстояние от ватерлинии до центра тяжести судна $KG=10$ метров.

Решите задачу поэтапно, представив исходные данные и итоговый результат.

Задача 3

Балка, используемая в качестве палубного настила, подвергается воздействию равномерно распределённой нагрузки интенсивностью $q=3000\text{ Н/м}$ на длине $l=12$ метров. Материал балки сталь с модулем упругости $E=2 \cdot 10^{11}\text{ Па}$, момент инерции $I=0.003\text{ м}^4$. Вычислите максимальный прогиб балки.

Покажите пошаговое решение задачи.

Часть III. Тестовые задания (укажите верный ответ)

1. Причиной появления трещин в конструкциях судна чаще всего становится:
 - А) чрезмерное давление морской воды
 - В) накопленная усталость материала
 - С) недостаточная антикоррозионная защита
 - Д) воздействие высоких температур
2. В судостроении наибольшую проблему создает именно этот вид коррозии:
 - А) электрохимическая коррозия
 - В) межкристаллитная коррозия
 - С) точечная коррозия
 - Д) биокоррозия
3. Основной фактор, влияющий на выбор толщины листов обшивки корпуса судна:
 - А) уровень шума внутри помещений
 - В) прочность корпуса
 - С) вес судна
 - Д) эстетичность внешнего вида
4. Метод расчета плавучести судна основан на применении следующего физического закона:
 - А) Закон Архимеда
 - В) Закон Бернулли
 - С) Закон Гука
 - Д) Закон сохранения массы

5. Наибольшее внимание уделяется выбору материала для производства главной энергетической установки судна исходя из критериев:

- A) высокая удельная теплоемкость
- B) низкая теплопроводность
- C) повышенная жаростойкость и прочность
- D) низкий коэффициент расширения

Срок сдачи: устанавливается преподавателем индивидуально.

Контрольная работа должна быть оформлена аккуратно, разборчиво и подробно отражать весь ход рассуждений и решений. Оцениваются полнота изложения, правильность решения задач и глубина проработанности теоретических вопросов.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Колледж

В.В. Тимошин

ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

*Методические указания к изучению курса и выполнению практических работ
для преподавателей специальности 26.02.02 «Судостроение»
очная и заочная форма обучения*

Петропавловск-Камчатский
2026 г.

Владислав Владимирович Тимошин

Техническая механика. Методические указания к изучению курса и выполнению практических работ для преподавателей специальности 26.02.02 «Судостроение» – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2026. – 47 с.

Методические указания к изучению курса и выполнению практических работ для преподавателей специальности 26.02.02 «Судостроение» составлены в соответствии с требованиями к освоению основной образовательной программы подготовки выпускников по специальности 26.02.02 «Судостроение» федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

© КамчатГТУ, 2026

© Тимошин В.В., 2026

СОДЕРЖАНИЕ

1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КУРСА.....	4
2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСА.....	4
3. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА.....	7
3.1 Содержание лекционных занятий.....	7
3.2 Практические занятия.....	8
3.3 Контрольная работа.....	41
4. ВОПРОСЫ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ.....	45
5. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБУЧЕНИЯ.....	47

1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КУРСА

ОП.02 «Техническая механика»

Дисциплина предназначена для изучения студентами специальности 26.02.02 «Судостроение» и входит в общепрофессиональный учебный цикл.

Дисциплина «Техническая механика» посвящена изучению основ механики и их применению в технических науках и инженерной практике. Она охватывает фундаментальные законы и принципы, лежащие в основе функционирования машин, механизмов и строительных конструкций. Программа дисциплины включает изучение таких ключевых разделов, как:

- Статика: изучение равновесия тел и систем сил;
- Кинематика: исследование движения тел без учета действующих сил;
- Динамика: рассмотрение движения под воздействием сил;
- Сопротивление материалов: оценка прочности и деформации конструкций;
- Материаловедение: изучение физических и механических свойств материалов.

Знания и умения, приобретаемые в результате изучения дисциплины, необходимы инженерам-механикам, строителям, специалистам по проектированию и производству машин и сооружений различного назначения.

Учебный процесс сочетает лекции и практические занятия, нацеленные на развитие навыков самостоятельной работы, анализа и интерпретации информации. Курс предназначен для освоения общих и профессиональных концепций. Промежуточная аттестация проходит в форме дифференцированного зачета и контрольной работы.

2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСА

Цель дисциплины «Техническая механика»: грамотное использование свойств природных и искусственных материалов в профессиональной деятельности, способность анализировать проблемы, возникающие в связи с применением конкретных материалов, способность ориентироваться в обширном мире окружающих материалов как с точки зрения их практического применения, так и в отношении их влияния на окружающую среду. Дисциплина «Техническая механика» включена в обязательную часть общепрофессионального цикла образовательной программы.

В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:

уметь:

- распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, анализировать и выделять её составные части
- определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план, определять необходимые ресурсы
- выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы

- владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах
 - оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)
 - определять задачи для поиска информации, планировать процесс поиска, выбирать необходимые источники информации
 - выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска
 - оценивать практическую значимость результатов поиска
 - применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач
 - использовать современное программное обеспечение в профессиональной деятельности
 - использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач
 - грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке
 - проявлять толерантность в рабочем коллективе;
 - понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы
 - участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы
 - строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности
 - кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые)
 - писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы
 - Использовать программное обеспечение для выполнения расчетов
 - Производить расчет экономической эффективности на основе проектируемых технологических процессов в судостроении
 - пользоваться справочными материалами, в том числе электронными архивами документации
 - использовать компьютерное программное обеспечение для оформления результатов теоретических расчетов
 - интерпретировать данные контрольно-измерительных приборов
 - использовать типовые методики для теоретических расчетов
- знать:**
- актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить
 - структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях
 - основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте

- методы работы в профессиональной и смежных сферах
- порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности
- номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности
- приемы структурирования информации
- формат оформления результатов поиска информации
- современные средства и устройства информатизации, порядок их применения и
 - программное обеспечение в профессиональной деятельности, в том числе цифровые средства
 - правила оформления документов
 - правила построения устных сообщений
 - правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы
 - основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика)
 - лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности
 - особенности произношения
 - правила чтения текстов профессиональной направленности
 - правила организации технологической подготовки и управления технологической подготовкой производства, установленные ЕСТПП
 - основы технологии судостроительного производства
 - основные методы программирования инженерных расчетов для отдельных элементов конструкций, используемых в области судостроения
 - характеристики применяемых в конструируемых изделиях материалов
 - основы проведения патентных исследований
 - методы и средства выполнения технических расчетов, вычислительных и графических работ
 - порядок работы с прикладными компьютерными программами для выполнения расчетов, подготовки документации в текстовом и числовом виде, поиска и хранения информации
 - технические требования, предъявляемые к разрабатываемым конструкциям, принципы их работы, условия монтажа и технической эксплуатации.

3. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

3.1 Содержание лекционных занятий

Тема 1.1. Теоретическая механика

Основные понятия и аксиомы статики. Связи и их реакция. Плоская система сил. Элементы теории трения. Пространственная система сил. Определение центра тяжести. Кинематические точки. Простейшие движения твердого тела. Сложное движение точки. Сложение двух вращательных движений. Законы динамики, уравнение движения материальной точки. Силы, действующие на точки механической системы. Теорема о движении центра масс механической системы.

Работа сил. Мощность. Коэффициент полезного действия. Моменты инерции твердого тела. Теоремы об изменении количества движения материальной точки и механической системы. Теорема об изменении момента количества движения материальной точки. Теорема об изменении кинематического момента механической системы. Теорема об изменении кинематической энергии материальной точки. Дифференциальные уравнения поступательного движения твердого тела. Плоская система сил (решение примеров). Элементы теории трения (решение примеров).

Тема 1.2 Основы сопротивления материалов

Основные понятия. Растяжение и сжатие. Основные механические характеристики материалов. Расчеты на прочность при растяжении и сжатии. Срез и сжатие. Кручение. Прямой поперечный изгиб. Определение перемещений при изгибе. Теория предельных напряженных состояний. Понятие о сопротивлении усталости. Прочность при динамических нагрузках. Устойчивость при осевом нагружении стержня. Раскрытие статической неопределимости систем. Расчеты на прочность при растяжении и сжатии. Испытания образца на растяжение. Расчеты на прочность при срезе и смятии. Прямой поперечный изгиб (решение примеров).

Раздел 2. Материалы и конструкции машин

Тема 2.1 Детали и механизмы машин

Машины и их основные элементы. Основные критерии работоспособности и расчета деталей машин. Машиностроительные материалы (Критерии работоспособности и расчеты валов и осей. Расчет осей на статическую прочность. Приближенный расчет валов на прочность. Расчет осей и валов на жесткость.). Корпусные детали. Пружины и рессоры. Неразъемные соединения (Заклепочные, паяные, сварные и клеевые соединения). Разъемные соединения. Подшипники. Муфты. Фрикционные передачи (Цилиндрическая фрикционная передача. Расчет на прочность цилиндрической фрикционной передачи.

Коническая фрикционная передача. Расчет на прочность фрикционной передачи.) Виды передач. Винт. Реечные передачи. Кривошипно-шатунные механизмы. Кулисные механизмы. Общие сведения о редукторах. Расчёт заклёпочных швов. Расчёт сварных стыковых и нахлесточных соединений. Расчёт резьбы на прочность. Выбор и расчёт муфт. Основные критерии работоспособности червячных передач.

Тема 2.2 Изменение механических свойств материалов

Основные способы изменения механических свойств. Упрочняющая обработка пластическим деформированием. Повышение износостойкости поверхностных слоёв. Поверхностные покрытия. Упрочнение поверхностных слоёв химико-термической обработкой. Упрочнение ходовых винтов.

3.2 Практические занятия

Практическое занятие № 1

Тема: «Определение центра тяжести (решение примеров)»

Цель: освоение методики определения положения центра тяжести сложной пространственной фигуры путём разделения её на отдельные участки и нахождения центра тяжести каждого участка, с последующим объединением результатов для нахождения общего центра тяжести всей фигуры.

Задание: определить положение центра тяжести пространственно изогнутой проволочной фигуры.

Технические средства обучения: калькуляторы инженерного типа.

Ход работы:

1. Получить задание и ознакомиться с размерами пространственной фигуры.
2. Разделить фигуру на отдельные прямолинейные участки.
3. Определить длину и координаты центра тяжести каждого участка.
4. Использовать формулу для определения общего центра тяжести пространственной фигуры.
5. Оформить отчет, включив схему фигуры, таблицу исходных данных и итоговый результат.

Пример решения типовой задачи

Задача: определить положение центра тяжести пространственно изогнутой проволочной фигуры. Размеры на рисунке указаны в миллиметрах.

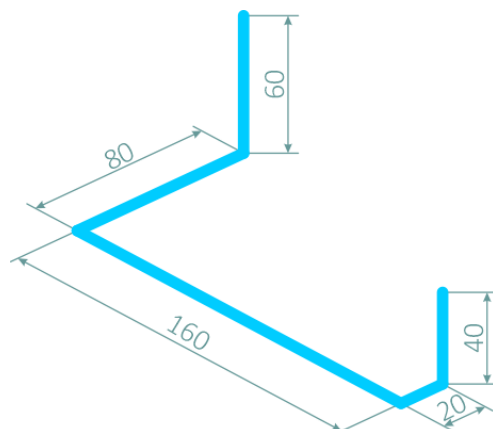


Рисунок 1

Дано: исходные данные для определения координат центра тяжести фигуры (l_i – длины участков и координаты C_i в см):

$$l_1 = 6 \text{ см}, C_1 (0;0;3),$$

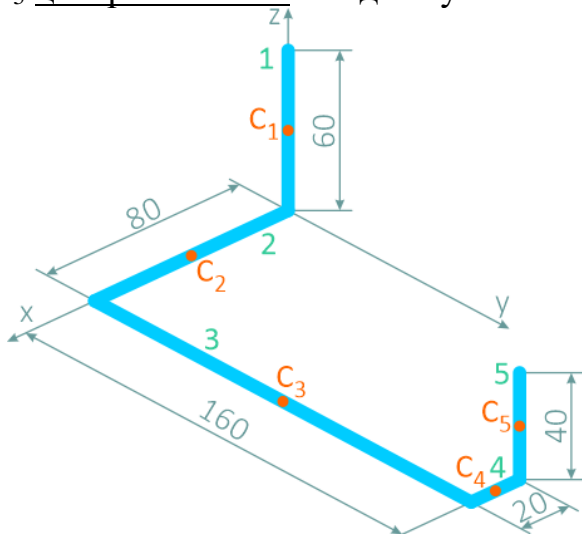
$$l_2 = 8 \text{ см}, C_2 (4;0;0),$$

$$l_3 = 16 \text{ см}, C_3 (8;8;0),$$

$$l_4 = 2 \text{ см}, C_4 (7;16;0),$$

$$l_5 = 4 \text{ см}, C_5 (6;16;2).$$

Решение: расположив стержневую фигуру в осях координат, разделим ее на пять прямолинейных участков 1, 2, 3, 4 и 5 и отметим точками C_1, C_2, C_3, C_4 и C_5 центры тяжести каждого участка.



Тогда, координаты центра тяжести трехмерной пространственной фигуры:

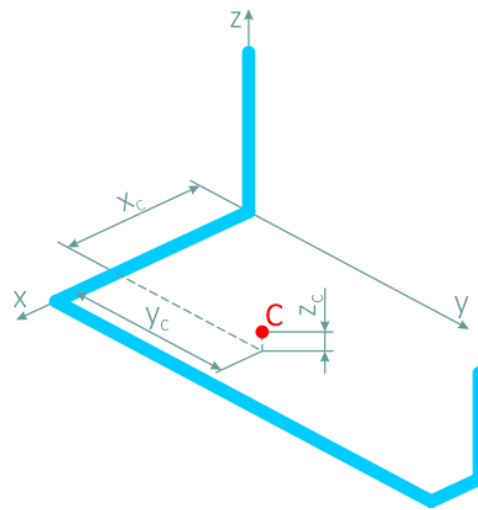
$$x_c = \frac{6 \cdot 0 + 8 \cdot 4 + 16 \cdot 8 + 2 \cdot 7 + 4 \cdot 6}{6 + 8 + 16 + 2 + 4} = 55 \text{ мм};$$

$$y_c = \frac{6 \cdot 0 + 8 \cdot 0 + 16 \cdot 8 + 2 \cdot 16 + 4 \cdot 16}{6 + 8 + 16 + 2 + 4} = 62,2 \text{ мм};$$

$$z_c = \frac{6 \cdot 2 + 8 \cdot 0 + 16 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 4 \cdot 2}{6 + 8 + 16 + 2 + 4} = 7,2 \text{ мм}.$$

Таким образом, центр тяжести фигуры расположен в точке с координатами С (55,0; 62,2; 7,2).

Ответ: положение центра тяжести пространственной фигуры определено на нижерасположенной схеме.



Исходные данные к практическому заданию № 1

Вариант	Параметры									
	l ₁ , см	C ₁ , см	l ₂ , см	C ₂ , см	l ₃ , см	C ₃ , см	l ₄ , см	C ₄ , см	l ₅ , см	C ₅ , см
1	5	0; 0; 2	6	3; 0; 0	11	5; 5; 0	3	5; 9; 0	4	4; 11; 3
2	7	0; 0; 3	7	4; 0; 0	12	6; 6; 0	4	6; 10; 0	5	5; 12; 4
3	8	0; 0; 4	8	5; 0; 0	13	7; 7; 0	5	7; 11; 0	6	6; 13; 5
4	9	0; 0; 5	9	6; 0; 0	14	8; 8; 0	6	8; 12; 0	7	7; 14; 6
5	10	0; 0; 5	10	5; 0; 0	15	9; 9; 0	7	9; 13; 0	8	8; 15; 7
6	12	0; 0; 6	11	6; 0; 0	16	4; 4; 0	8	5; 11; 0	9	9; 16; 8
7	14	0; 0; 7	12	7; 0; 0	17	5; 7; 0	9	6; 12; 0	10	4; 17; 9
8	16	0; 0; 8	13	8; 0; 0	18	6; 8; 0	10	7; 13; 0	11	4; 18; 2
9	18	0; 0; 9	14	7; 0; 0	19	7; 9; 0	11	8; 14; 0	12	5; 19; 3
10	19	0; 0; 8	15	8; 0; 0	22	8; 6; 0	12	9; 15; 0	133	6; 10; 4
11	6	0; 0; 3	16	9; 0; 0	20	6; 4; 0	13	4; 11; 0	14	7; 11; 5
12	8	0; 0; 6	17	8; 0; 0	24	6; 5; 0	14	5; 12; 0	15	8; 12; 6
13	10	0; 0; 8	18	9; 0; 0	26	6; 6; 0	15	6; 13; 0	16	9; 13; 7
14	11	0; 0; 5	19	9; 0; 0	28	6; 7; 0	16	7; 14; 0	17	4; 14; 8

15	12	0; 0; 4	20	6; 0; 0	21	6; 8; 0	17	8; 15; 0	18	5; 15; 9
16	15	0; 0; 7	21	7; 0; 0	23	6; 9; 0	18	9; 16; 0	10	6; 16; 2
17	17	0; 0; 8	22	8; 0; 0	25	7; 5; 0	19	4; 17; 0	11	7; 17; 3
18	7	0; 0; 4	23	9; 0; 0	27	7; 6; 0	2	5; 18; 0	12	8; 18; 4
19	8	0; 0; 4	24	6; 0; 0	29	7; 9; 0	3	6; 19; 0	13	9; 19; 5
20	9	0; 0; 5	25	7; 0; 0	18	4; 4; 0	4	7; 12; 0	14	8; 14; 6

Рекомендуемая литература:

1. Бабецкий В. И. Механика в примерах и задачах: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Бабецкий, О. Н. Третьякова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 92 с.

2. Бухгольц Н. Н. Основной курс теоретической механики: учебное пособие для СПО / Н. Н. Бухгольц. – Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. – Часть 1: Кинематика, статика, динамика материальной точки – 2022. – 468 с.

Критерии оценивания:

5 (отлично) – задание выполнено в полном объеме, обучающийся свободно комментирует свои действия и полученные результаты.

4 (хорошо) – при выполнении задания допущено не более 2 ошибок, обучающийся комментирует свои действия и полученные результаты с не критическими замечаниями.

3 (удовлетворительно) – при выполнении задания допущено не более 3 ошибок, обучающийся комментирует свои действия и полученные результаты с не критическими замечаниями и наводящими вопросами преподавателя.

2 (неудовлетворительно) – при выполнении задания допущено более 3 ошибок, обучающийся комментирует свои действия и полученные результаты с критическими замечаниями и наводящими вопросами преподавателя или не может прокомментировать.

Практическое занятие №2

Тема: «Кинематика точки. Простейшие движения твёрдого тела (решение примеров)».

Цель: ознакомление студентов с основными законами кинематики и приобретение ими навыков самостоятельного расчёта скоростей и ускорений точек, совершающих сложное движение, а также формирование умения определять параметры движения твёрдого тела.

Задание: определить скорость (v) и полное ускорение (a) точки А в заданный момент времени

Технические средства обучения: электронные таблицы Excel для упрощённых расчётов и визуализации результата, калькуляторы инженерного типа

Ход работы:

1. Преподаватель объясняет методику расчёта скоростей и ускорений точки, связанной с движением твёрдого тела, обращая особое внимание на важность точного соблюдения последовательности действий.

2. Студенты получают индивидуализированные задания, содержащие конкретные числовые данные (угловую скорость, угловое ускорение, длину кривошипа и радиус кривизны траектории).

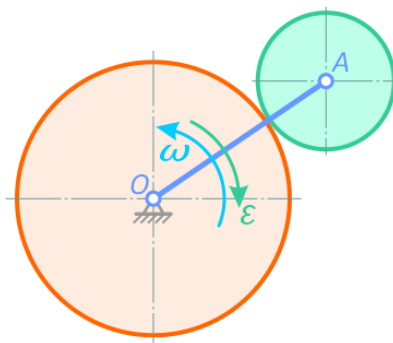
3. После ознакомления с условиями задачи студенты выполняют расчёты вручную или с использованием вычислительной техники.

4. Результат оформляется в виде отчётного документа, содержащего вводную часть, процедуру расчёта и выводы.

5. Проводится обсуждение полученного результата, преподаватель даёт разъяснения по трудностям, выявленным в ходе выполнения работы.

Пример решения типовой задачи

Задача: определить скорость (v) и полное ускорение (a) точки А в заданный момент времени.



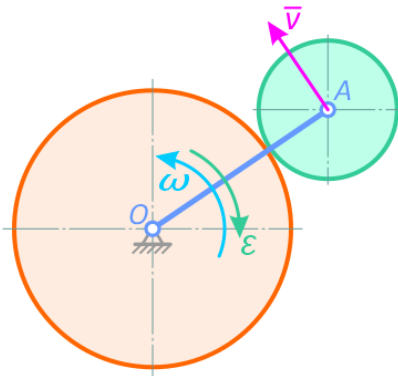
Дано:

- угловая скорость $\omega = 5 \text{ с}^{-1}$
- угловое ускорение $\varepsilon = 7 \text{ с}^{-2}$
- кривошип OA длиной $L = 1,2 \text{ м}$, соединяющий центры двух дисков вращается относительно точки O с угловой скоростью ω и угловым ускорением ε ;
- точка движется по окружности (траектории) с радиусом кривизны $\rho = L = 1,2 \text{ м}$.

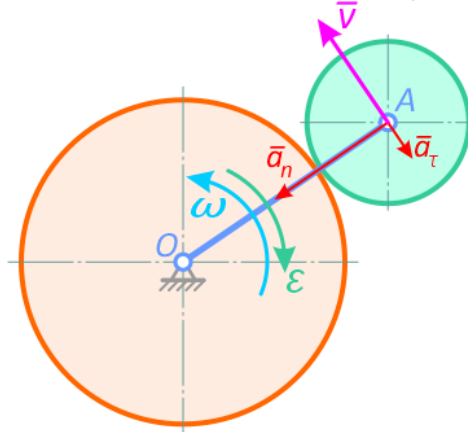
Решение: окружную скорость точки А определим зная угловую скорость и длину кривошипа по формуле

$$v = \omega \cdot \rho = \omega \cdot L = 5 \cdot 1,2 = 6 \text{ м/с}$$

Направление скорости точки определяем по угловой скорости кривошипа



Полное ускорение точки А складывается из двух составляющих:



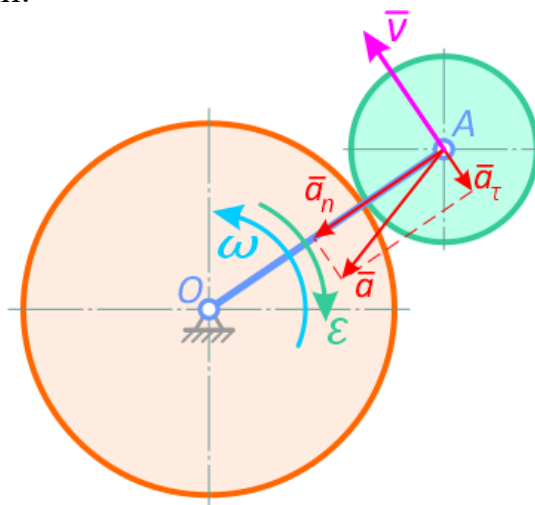
касательного (тангенциального) ускорения a_t , направленного перпендикулярно линии кривошипа по угловому ускорению ε

$$a_t = \varepsilon \cdot \rho = \varepsilon \cdot L = 7 \cdot 1,2 = 8,4 \text{ м/с}^2$$

и нормального a_n , направленного к центру вращения

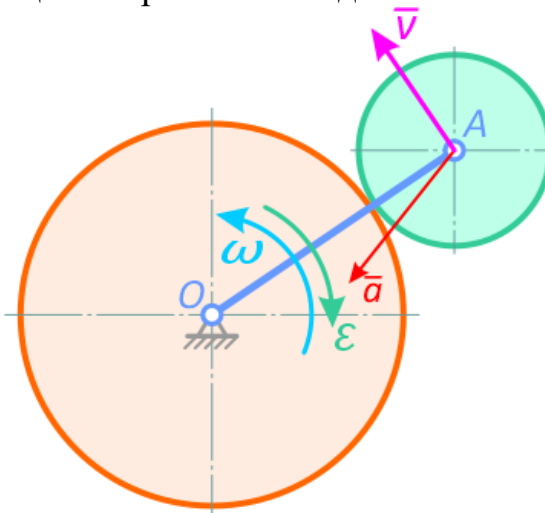
$$a_n = \frac{v^2}{\rho} = \frac{v^2}{L} = \frac{6^2}{1,2} = 30 \text{ м/с}^2$$

Полное ускорение точки определяется векторной суммой нормального и касательного ускорений.



$$a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = \sqrt{8,4^2 + 30^2} = 31,15 \text{ м/с}^2.$$

По схеме видно, что угловая скорость и угловое ускорение разнонаправлены, следовательно, вращение кривошипа в данный момент замедляется.



Ответ: скорость точки А $v = 6$ м/с, полное ускорение $a = 31,15$ м/с²

Исходные данные к практическому заданию № 2

Вариант	Параметры		
	Угловая скорость $\omega, \text{с}^{-1}$	Угловое ускорение $\epsilon, \text{с}^{-2}$	Длина кривошипа ОА L, м
1	7	9	1,4
2	8	10	1,6
3	9	11	1,7
4	10	12	1,8
5	11	13	1,9
6	12	14	2,0
7	13	15	2,1
8	14	16	2,2
9	15	17	1,0
10	16	18	1,2
11	17	19	1,4
12	18	20	1,5
13	19	21	1,6
14	20	22	1,7
15	21	23	1,8
16	22	24	1,9
17	5	12	2,0
18	6	13	2,1
19	7	14	2,2
20	8	15	2,4

Рекомендуемая литература:

1. Бабецкий В. И. Механика в примерах и задачах: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Бабецкий, О. Н. Третьякова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 92 с.

2. Бухгольц Н. Н. Основы курс теоретической механики: учебное пособие для СПО / Н. Н. Бухгольц. – Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. – Часть 1: Кинематика, статика, динамика материальной точки – 2022. – 468 с.

Критерии оценивания:

5 (отлично) – задание выполнено в полном объеме, обучающийся свободно комментирует свои действия и полученные результаты.

4 (хорошо) – при выполнении задания допущено не более 2 ошибок, обучающийся комментирует свои действия и полученные результаты с не критическими замечаниями.

3 (удовлетворительно) – при выполнении задания допущено не более 3 ошибок, обучающийся комментирует свои действия и полученные результаты с не критическими замечаниями и наводящими вопросами преподавателя.

2 (неудовлетворительно) – при выполнении задания допущено более 3 ошибок, обучающийся комментирует свои действия и полученные результаты с критическими замечаниями и наводящими вопросами преподавателя или не может прокомментировать.

Практическое занятие №3

Тема: «Законы динамики. Моменты инерции твёрдого тела. Теорема об изменении количества движения механической системы (решение примеров)»

Цель: научить студентов определять угловое ускорение вращающегося тела при наличии внешних воздействий, таких как натяжение нити и момент сил трения, путем применения теоремы моментов и основ динамики вращательного движения.

Задание: определить угловое ускорение шкива при вертикальном перемещении груза. На цилиндрический шкив намотана нить с подвешенным на конце грузом. Весом нити пренебрегаем.

Технические средства обучения: электронные таблицы Excel для упрощённых расчётов и визуализации результата, калькуляторы инженерного типа

Ход работы:

1. Преподаватель демонстрирует порядок расчёта углового ускорения, рассматривая общий случай и подчеркивая важность точной постановки задачи.

2. Каждый студент получает индивидуальный вариант задания, содержащий уникальные начальные условия (вес шкива, радиусы, веса груза и т.п.).

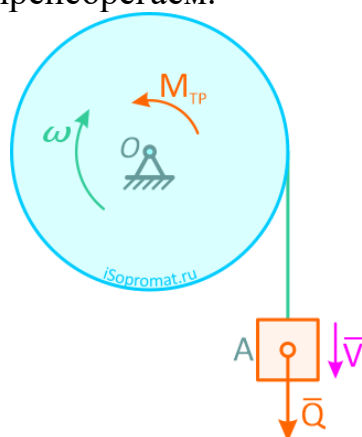
3. Используя предложенную методику, студенты выполняют расчёты вручную или на компьютере.

4. Результатом работы является письменный отчёт, содержащий постановку задачи, описание метода расчёта, выполняемые преобразования и финальный результат.

5. Преподаватель проводит обсуждение итогов, выделяя типичные ошибки и разъясняя неясные моменты.

Пример решения типовой задачи

Задача: определить угловое ускорение шкива при вертикальном перемещении груза. На цилиндрический шкив намотана нить с подвешенным на конце грузом. Весом нити пренебрегаем.



Дано:

- вес шкива $P = 25$ Н,
- радиус шкива $r = 20$ см,
- вес груза $Q = 18$ Н,
- радиус инерции шкива относительно его оси O $\rho = 5$ см,
- постоянный момент сил трения в месте крепления шкива $M_{тр} = 6$ Н·м.

Решение: рассмотрим систему шкив-груз, тогда неизвестные силы натяжения нити будут внутренними усилиями.

Воспользуемся теоремой моментов относительно оси O .

$$\frac{dK_o}{dt} = \sum m_o(\bar{F}_k^e). \quad (1)$$

Для заданной системы

$$K_o = K_o^{cp} + K_o^{бар}$$

Груз движется поступательно и его скорость равна

$$v = \omega \cdot r$$

Шкив вращается вокруг неподвижной оси O и для него

$$J_o = (P/g)\rho^2$$

Тогда

$$K_o^{cp} = (Q/g)vr,$$

$$K_o^{\delta ap} = (P/g)\rho^2\omega,$$

$$K_o = (Qr^2 + P\rho^2)\omega/g.$$

Для моментов сил получаем

$$\sum m_o(\bar{F}_k^e) = Qr - M_{Tp}$$

Подставляя все эти величины в равенство (1), находим

$$\frac{Qr^2 + P\rho^2}{g} \frac{d\omega}{dt} = Qr - M_{Tp}$$

Откуда, подставив значения, определяем величину искомого углового ускорения шкива

$$\begin{aligned} \varepsilon &= \frac{(Qr - M_{Tp})g}{Qr^2 + P\rho^2} = \\ &= \frac{(18 \cdot 0,2 - 3)g}{18 \cdot 0,2^2 + 25 \cdot 0,05^2} = 7,52 \text{ рад}^{-1} \end{aligned}$$

Ответ: угловое ускорение составляет 7,52 рад⁻¹. Вращение шкива ускоряется.

Исходные данные к практическому заданию № 3

Вариант	Параметры				
	Вес шкива P, Н	Радиус шкива r, см	Вес груза Q, Н	Радиус инерции шкива p, см	Момент сил трения, Н·м
1	14	12	10	4	4,5
2	15	13	11	4,5	5
3	16	14	12	5	5,5
4	17	15	13	5,5	6,5
5	18	16	14	6	7
6	19	17	15	6,5	7,5
7	20	18	16	7	8
8	21	19	17	7,5	8,5
9	22	20	18	8	9
10	23	21	19	8,5	9,5
11	24	22	20	9	10
12	25	23	21	9,5	10,5

13	26	24	22	10	11
14	27	25	23	10,5	11,5
15	28	26	24	11	12
16	29	27	25	11,5	12,5
17	30	28	26	12	13
18	31	29	27	12,5	13,5
19	32	30	28	13	14
20	33	31	29	13,5	15

Рекомендуемая литература:

1. Бабецкий В. И. Механика в примерах и задачах: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Бабецкий, О. Н. Третьякова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 92 с.

2. Бухгольц Н. Н. Основы курса теоретической механики: учебное пособие для СПО / Н. Н. Бухгольц. – Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. – Часть 1: Кинематика, статика, динамика материальной точки – 2022. – 468 с.

Критерии оценивания:

5 (отлично) – задание выполнено в полном объеме, обучающийся свободно комментирует свои действия и полученные результаты.

4 (хорошо) – при выполнении задания допущено не более 2 ошибок, обучающийся комментирует свои действия и полученные результаты с не критическими замечаниями.

3 (удовлетворительно) – при выполнении задания допущено не более 3 ошибок, обучающийся комментирует свои действия и полученные результаты с не критическими замечаниями и наводящими вопросами преподавателя.

2 (неудовлетворительно) – при выполнении задания допущено более 3 ошибок, обучающийся комментирует свои действия и полученные результаты с критическими замечаниями и наводящими вопросами преподавателя или не может прокомментировать.

Практическое занятие №4

Тема: «Построение эпюр изгибающих моментов для одноопорной и двух опорной балок».

Цель: обучение студентов методике построения эпюр изгибающих моментов и определению реакций опор для двухопорных балок, развитие навыков анализа статических нагрузок и интерпретации результатов расчётов.

Задание: определить реакции опор балки на двух опорах.

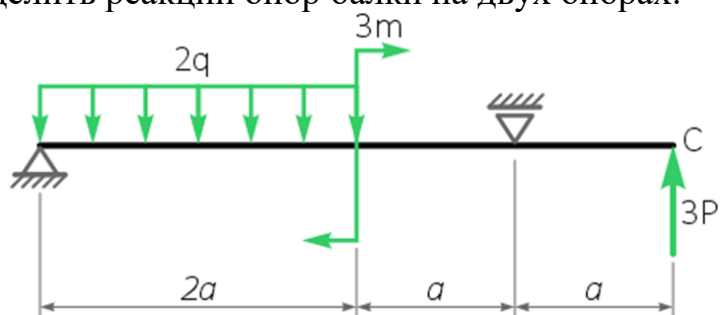
Технические средства обучения: электронные таблицы Excel для упрощённых расчётов и визуализации результата, калькуляторы инженерного типа.

Ход работы:

1. Демонстрация преподавателем образца решения типовой задачи.
2. Каждому студенту выдаётся номер варианта индивидуального задания, содержащая размеры балки, нагрузки и расстояния.
3. Решение задач вручную или с применением компьютерных инструментов, последовательно выполняя операции расчёта реакций опор и построения эпюры изгибающего момента.
4. По завершении работы студенты предоставляют отчёт, включающий расчётные формулы, графики и итоговые результаты.
5. Проводится коллективное обсуждение ошибок и проблем, с которыми столкнулись участники.

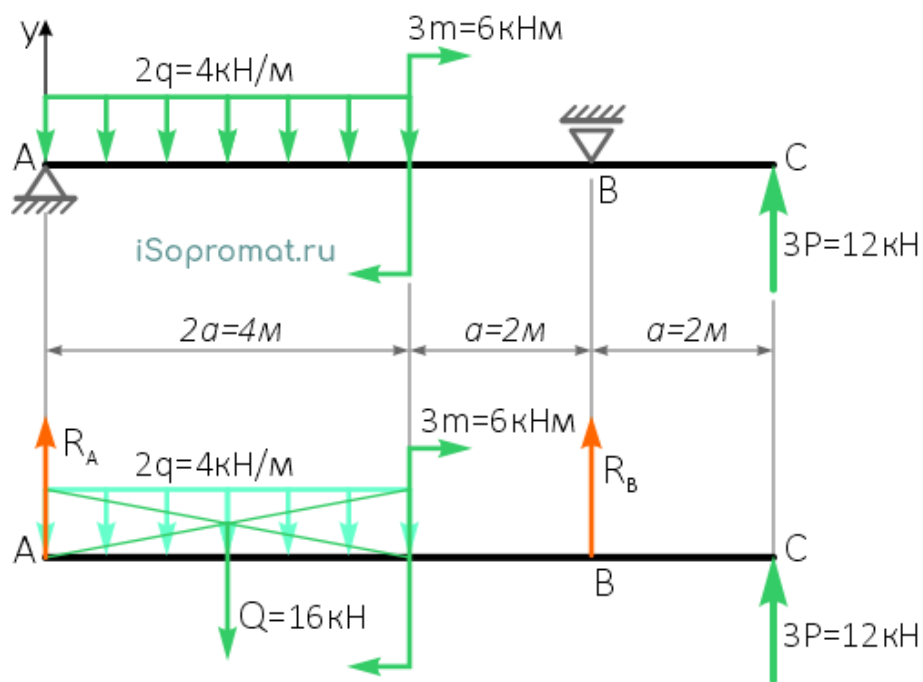
Пример решения типовой задачи

Задача: определить реакции опор балки на двух опорах.



Дано: $q = 2 \text{ кН/м}$, $P = 4 \text{ кН}$, $m = 2 \text{ кН}\cdot\text{м}$, $a = 2 \text{ м}$.

Решение: освободим балку от связей, отбросив опоры, и приложим вместо них неизвестные реакции, направив их, например, вверх.



Горизонтальная реакция в левой опоре А равна нулю, так как все усилия строго вертикальны.

Равномерно распределенную нагрузку можно заменить её равнодействующей силой Q :

$$Q = 2q \cdot 2a = 4 \cdot 2 \cdot 2 = 16 \text{ кН}$$

Для плоской системы параллельных сил достаточно двух уравнений равновесия.

Составляем уравнения моментов относительно точек А и В:

$$\sum M_A = 0;$$

$$-Q \cdot \frac{2a}{2} - 3m + R_B \cdot (2a + a) + 3P \cdot 4a = 0$$

$$\sum M_B = 0;$$

$$3P \cdot a + Q \cdot \left(\frac{2a}{2} + a \right) - R_A \cdot (2a + a) - 3m = 0$$

Из первого уравнения определяем реакцию R_B :

$$R_B = \frac{Q \cdot \frac{2a}{2} + 3m - 3P \cdot (2a + a + a)}{2a + a} =$$

$$= \frac{16 \cdot 2 + 6 - 12 \cdot 8}{4 + 2} = -9,67 \text{ кН}$$

Значение реакции R_B получено со знаком минус. Это означает, что она направлена в противоположную сторону (вертикально вниз). Из второго уравнения - R_A :

$$R_A = \frac{3P \cdot a + Q \cdot \left(\frac{2a}{2} + a \right) - 3m}{2a + a} =$$

$$= \frac{12 \cdot 2 + 16 \cdot 4 - 6}{4 + 2} = 13,67 \text{ кН}$$

Проверка.

Для проверки правильности найденных реакций опор балки составляем уравнение суммы вертикальных сил:

$$\sum Y = R_A - Q + R_B + 3P =$$

$$= 13,67 - 16 + (-9,67) + 3 \cdot 4 = 0$$

Следовательно, реакции R_A и R_B определены верно.

Ответ: $R_A = 13,67 \text{ кН}$; $R_B = 9,67 \text{ кН}$ (направлена вниз).

Исходные данные к практическому заданию № 4

Вариант	Параметры			
	Нагрузка q , кН/м	Сила P , кН	Крутящий момент m , кН·м	Расстояние a , м

1	1,4	2,5	1	0,8
2	1,5	3	1,2	0,9
3	1,6	3,5	1,4	1,0
4	1,7	4	1,6	1,1
5	1,8	4,5	1,8	1,2
6	1,9	5	2,0	1,3
7	2,0	5,5	2,2	1,4
8	2,1	6	2,4	1,5
9	2,2	6,5	2,6	1,6
10	2,3	7	2,8	1,7
11	2,4	7,5	3,0	1,8
12	2,5	8	3,2	1,9
13	2,6	8,5	3,4	2,0
14	2,7	9	3,6	2,2
15	2,8	9,5	3,8	2,4
16	2,9	10	4,0	2,6
17	3,0	10,5	4,2	2,8
18	3,1	11	4,4	3,0
19	3,2	11,5	4,6	3,2
20	3,3	12	4,8	3,4

Рекомендуемая литература:

1. Бабецкий В. И. Механика в примерах и задачах: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Бабецкий, О. Н. Третьякова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 92 с.
2. Бухгольц Н. Н. Основной курс теоретической механики: учебное пособие для СПО / Н. Н. Бухгольц. – Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. – Часть 1: Кинематика, статика, динамика материальной точки – 2022. – 468 с.

Критерии оценивания:

5 (отлично) – задание выполнено в полном объеме, обучающийся свободно комментирует свои действия и полученные результаты.

4 (хорошо) – при выполнении задания допущено не более 2 ошибок, обучающийся комментирует свои действия и полученные результаты с не критическими замечаниями.

3 (удовлетворительно) – при выполнении задания допущено не более 3 ошибок, обучающийся комментирует свои действия и полученные результаты с не критическими замечаниями и наводящими вопросами преподавателя.

2 (неудовлетворительно) – при выполнении задания допущено более 3 ошибок, обучающийся комментирует свои действия и полученные результаты с критическими замечаниями и наводящими вопросами преподавателя или не может прокомментировать.

Практическое занятие №5

Тема: «Устойчивость при осевом нагружении стержня. Раскрытие статической неопределенности стержневых систем (решение примеров)».

Цель: формирование у студентов навыков анализа осевых нагрузок, разработки способов расчёта опорных реакций и оценки направлений действия усилий в составе простых структурных элементов (ступенчатые стержни, колонны, балки)..

Задание: проанализировать варианты внедрения бережливого производства на предприятии и предложить стратегию внедрения, соответствующую особенностям определенного производственного участка, применив метод диагностики скрытых потерь.

Технические средства обучения: электронные таблицы Excel для упрощённых расчётов и визуализации результата, калькуляторы инженерного типа.

Ход работы:

1. Подготовка. Преподаватель напоминает основные положения раздела технической механики, касающиеся осевых нагрузок и их влияния на конструкцию. Изучаются общие правила постановки задачи и порядка расчёта.

2. Постановка задачи. Каждому студенту выдаётся индивидуальное задание с указанием параметров (силы, длины, конфигурация стержня).

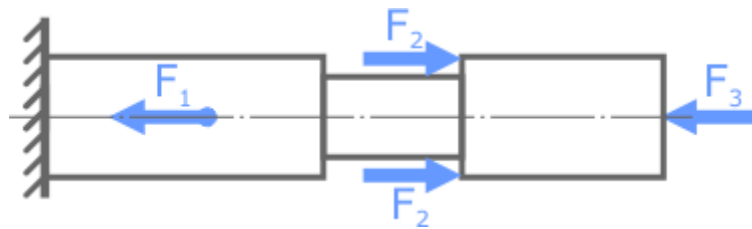
3. Проведение расчётов. Студенты осуществляют последовательный расчёт опорных реакций, начиная с формирования координатной оси, последующего рассмотрения баланса сил и записи уравнений равновесия. Затем подсчитываются реакции, а положительный или отрицательный знак полученной реакции интерпретируется как правильное направление действия усилия.

4. Оформление результатов. В письменном отчёте указывается исходная схема конструкции, перечень исходных данных, последовательность расчётов и окончательные результаты. Допустимо использование специализированных программных пакетов для моделирования и автоматизированного счёта.

5. Итоговая проверка. Преподаватель организует групповое обсуждение представленных результатов, отмечая характерные ошибки и предлагая пути исправлений. Отдельно подчёркивается важность проверки справедливости результата и корреляции полученных значений с ожидаемыми значениями.

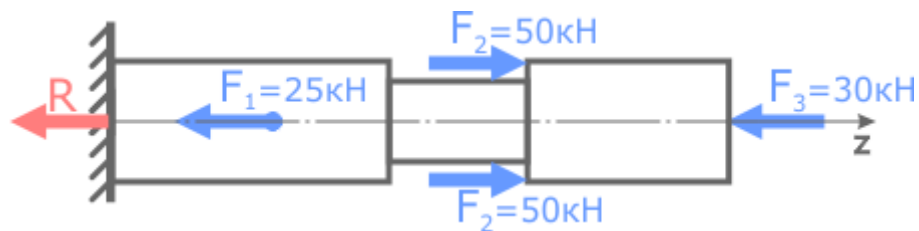
Пример решения типовой задачи

Задача: определить величину и направление при растяжении и сжатии опорной реакции в заделке прямого ступенчатого стального стержня, нагруженного продольными силами.



Дано: $F_1 = 25 \text{ кН}$, $F_2 = 50 \text{ кН}$, $F_3 = 30 \text{ кН}$.

Решение: проведем координатную ось z совпадающую с продольной осью стержня. Так как при растяжении-сжатии все внешние силы, приложенные к стержню расположены вдоль его оси, то из возможных для заделки шести усилий здесь будет только одно - продольная реакция R . Для того чтобы записать уравнение статики зададим этой силе произвольное направление, например, влево.



Запишем уравнение равновесия (неподвижности) стержня. Для этого, спроецируем все силы на ось z , сумма которых должна быть равна нулю.

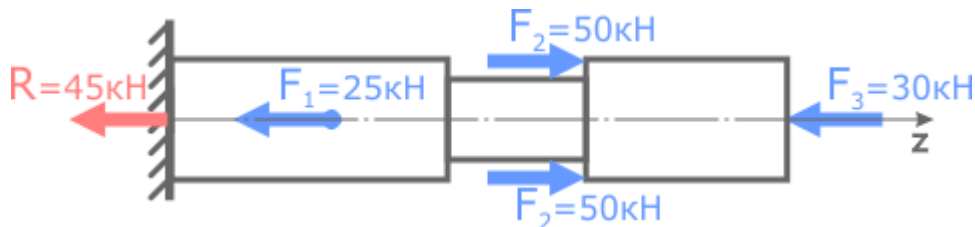
При этом, силы направление которых совпадает с направлением оси z примем положительными, а силы, имеющие обратное направление - соответственно отрицательными:

$$\Sigma F(z) = 0 = -R - F_1 + 2F_2 - F_3$$

Отсюда находим величину опорной реакции R :

$$R = -F_1 + 2F_2 - F_3 = -25 + 2 \cdot 50 - 30 = 45 \text{ кН}$$

Положительный знак реакции R означает что изначально выбранное направление оказалось правильным.



Проверка.

Для проверки правильности полученного результата, можно просто сложить все силы, направленные вправо:

$$2F_2 = 2 \cdot 50 = 100 \text{ кН}$$

и силы, направленные влево (включая опорную реакцию R):

$$R + F_1 + F_3 = 45 + 25 + 30 = 100 \text{ кН}$$

Эти суммы должны совпадать.

Ответ: величина опорной реакции заделки равна 45 кН, а направление влево.

Исходные данные к практическому заданию № 5

Вариант	Параметры		
	Сила F_1 , кН	Сила F_2 , кН	Сила F_3 , кН
1	15	39	21
2	16	41	22
3	17	43	23
4	18	45	24
5	19	47	25
6	20	49	26
7	21	51	27
8	22	53	28
9	23	55	29
10	24	56	30
11	25	57	31
12	26	58	32
13	27	59	33
14	28	60	34
15	29	61	35
16	30	62	36
17	31	63	38
18	32	64	40
19	33	65	42
20	34	66	44

Рекомендуемая литература:

1. Бабецкий В. И. Механика в примерах и задачах: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Бабецкий, О. Н. Третьякова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 92 с.

2. Бухгольц Н. Н. Основной курс теоретической механики: учебное пособие для СПО / Н. Н. Бухгольц. – Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. – Часть 1: Кинематика, статика, динамика материальной точки – 2022. – 468 с.

Критерии оценивания:

5 (отлично) – задание выполнено в полном объеме, обучающийся свободно комментирует свои действия и полученные результаты.

4 (хорошо) – при выполнении задания допущено не более 2 ошибок, обучающийся комментирует свои действия и полученные результаты с не критическими замечаниями.

3 (удовлетворительно) – при выполнении задания допущено не более 3 ошибок, обучающийся комментирует свои действия и полученные результаты с не критическими замечаниями и наводящими вопросами преподавателя.

2 (неудовлетворительно) – при выполнении задания допущено более 3 ошибок, обучающийся комментирует свои действия и полученные результаты с критическими замечаниями и наводящими вопросами преподавателя или не может прокомментировать.

Практическое занятие №6

Тема: «Расчёт осей на статическую прочность (решение примеров)».

Цель: развитие у студентов навыков выполнения прочностных расчётов элементов конструкций, знакомство с процедурой построения эпюр продольных сил и анализа напряженно-деформированного состояния материалов при действии внешней нагрузки.

Задание: проверить прочность стержня, центрально нагруженного двумя сосредоточенными силами F_1 и F_2 .

Технические средства обучения: электронные таблицы Excel для упрощённых расчётов и визуализации результата, калькуляторы инженерного типа.

Ход работы:

1. Постановка задачи. Преподаватель объявляет цели занятия и ставит перед каждым студентом индивидуальное задание, состоящее в проверке прочности стержня, нагруженного несколькими сосредоточенными силами.

2. Анализ исходных данных. Студенты внимательно рассматривают выданные исходные данные (силы, диаметры стержня, допускаемые напряжения) и составляют рабочую схему задачи.

3. Методика расчёта. Руководствуясь рекомендациями преподавателя, студенты выполняют следующие шаги:

– Анализируют характер приложения нагрузок и распределяют их по участкам стержня.

– Составляют эпюру продольных сил (N-диаграмму), наглядно иллюстрирующую возникающие напряжения в каждом участке стержня.

– Осуществляют сравнение максимальных напряжений с допускаемыми пределами, задаваемыми нормами прочности.

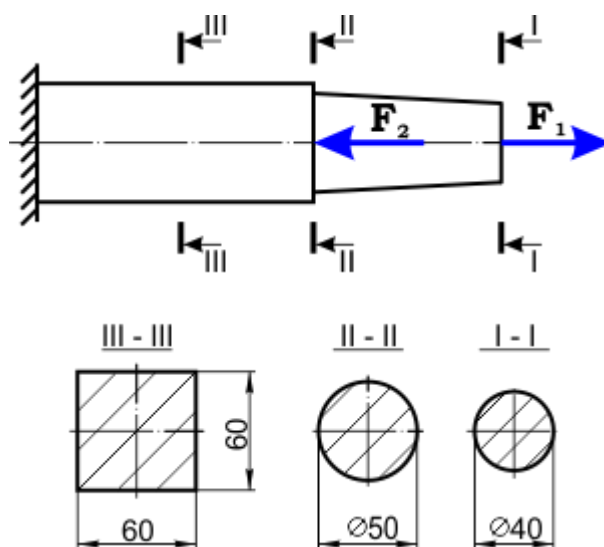
4. Расчёт прочности. Студенты проводят необходимые расчёты, включая определение площадей поперечных сечений, продольные усилия и сравнение фактических напряжений с допускаемыми значениями.

5. Оформление отчёта. Каждый студент готовит отчёт, состоящий из схемы задачи, таблиц с исходными данными, графика эпюры продольных сил и выводов о состоянии прочности исследованного стержня.

6. Итоговая проверка. Преподаватель совместно со студентами проверяет результаты расчётов, выделяет типичные ошибки и объясняет их причины. Акцент делается на важности тщательной подготовки исходных данных и внимательности при проведении вычислений.

Пример решения типовой задачи

Задача: проверить прочность стержня, центрально нагруженного двумя сосредоточенными силами F_1 и F_2 .



Дано:

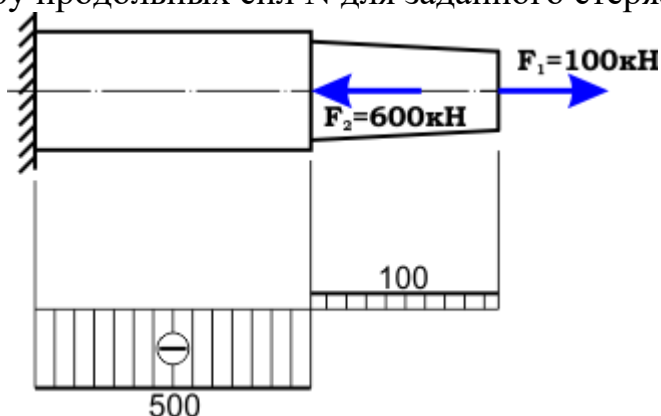
- $F_1 = 100$ кН,

- $F_2 = 600$ кН,

- допускаемые напряжения при растяжении $[\sigma]_p = 80$ МПа и сжатии $[\sigma]_c = 150$ МПа.

Решение:

1. Строим эпюру продольных сил N для заданного стержня.



2. Для правой части стержня опасным является сечение I-I, в котором действует растягивающая продольная сила $N_p = 100$ кН, а площадь сечения: $A_1 = (\pi \cdot 4^2)/4 = 12,56$ см².

$$\sigma_p = \frac{N_p}{A_1} = \frac{100 \cdot 10^3}{12,56 \cdot 10^{-4}} = 79,6 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = 79,6 \text{ МПа} < [\sigma]_p = 80 \text{ МПа}$$

3. В левой сжатой части стержня продольная сила по абсолютной величине равна $N_c = 500 \text{ кН}$ и все сечения равноопасны: $A_2 = b^2 = 36 \text{ см}^2$.

$$\sigma_c = \frac{N_c}{A_2} = \frac{500 \cdot 10^3}{36 \cdot 10^{-4}} = 138,9 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = 138,9 \text{ МПа} < [\sigma]_c = 150 \text{ МПа}.$$

Ответ: таким образом, условия прочности выполняются, т.е. стержень прочный.

Исходные данные к практическому заданию № 6

Вариант	Параметры			
	Сила F_1 , кН	Сила F_2 , кН	Допускаемое напряжение при растяжении $[\sigma]_p$, МПа	Допускаемое напряжение при сжатии $[\sigma]_c$, МПа
1	40	240	35	65
2	45	260	40	70
3	50	280	45	75
4	55	300	50	80
5	60	320	55	85
6	65	340	60	90
7	70	360	65	95
8	75	380	70	100
9	80	400	75	105
10	85	420	80	110
11	90	440	85	115
12	95	460	90	120
13	100	480	95	130
14	105	500	100	140
15	110	550	105	150
16	115	600	110	160
17	120	650	115	180
18	125	700	120	200
19	130	750	125	220
20	135	800	130	240

Рекомендуемая литература:

1. Бабецкий В. И. Механика в примерах и задачах: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Бабецкий, О. Н. Третьякова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 92 с.

2. Бухгольц Н. Н. Основы курс теоретической механики: учебное пособие для СПО / Н. Н. Бухгольц. – Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. – Часть 1: Кинематика, статика, динамика материальной точки – 2022. – 468 с.

Критерии оценивания:

5 (отлично) – задание выполнено в полном объеме, обучающийся свободно комментирует свои действия и полученные результаты.

4 (хорошо) – при выполнении задания допущено не более 2 ошибок, обучающийся комментирует свои действия и полученные результаты с не критическими замечаниями.

3 (удовлетворительно) – при выполнении задания допущено не более 3 ошибок, обучающийся комментирует свои действия и полученные результаты с не критическими замечаниями и наводящими вопросами преподавателя.

2 (неудовлетворительно) – при выполнении задания допущено более 3 ошибок, обучающийся комментирует свои действия и полученные результаты с критическими замечаниями и наводящими вопросами преподавателя или не может прокомментировать.

Практическое занятие №7

Тема: «Расчёт опор осей и валов (решение примеров)».

Цель: научить студентов методике расчёта реакций опор валов и шкивов, развить навыки анализа напряженно-деформированного состояния конструкций, находящихся под воздействием комбинированных нагрузок.

Задание: определить реакции опор (подшипников) нагруженного вала, на который жёстко насажены шкив и колесо.

Технические средства обучения: электронные таблицы Excel для упрощённых расчётов и визуализации результата, калькуляторы инженерного типа.

Ход работы:

1. Введение в задачу. Преподаватель демонстрирует общий подход к выполнению расчётов реакций опор вала, нагруженного различными силами и моментом. Подробно рассматриваются случаи одновременного действия горизонтальных и вертикальных нагрузок.

2. Индивидуализация задания. Каждой группе студентов предоставляется собственное задание, отличающееся наборами исходных данных (силы, углы, расстояния).

3. Создание рабочей схемы. Студенты создают подробную схему вала с указанием всех приложенных сил и границ зон действия нагрузок. Устанавливают начало отсчета и выбирают положительные направления осей.

4. Расчёт реакций опор. Студенты следуют общепринятым правилам составления уравнений равновесия, решая систему уравнений для нахождения реакций опор (R_{AY} , R_{AX} , R_{BY} , R_{BX}).

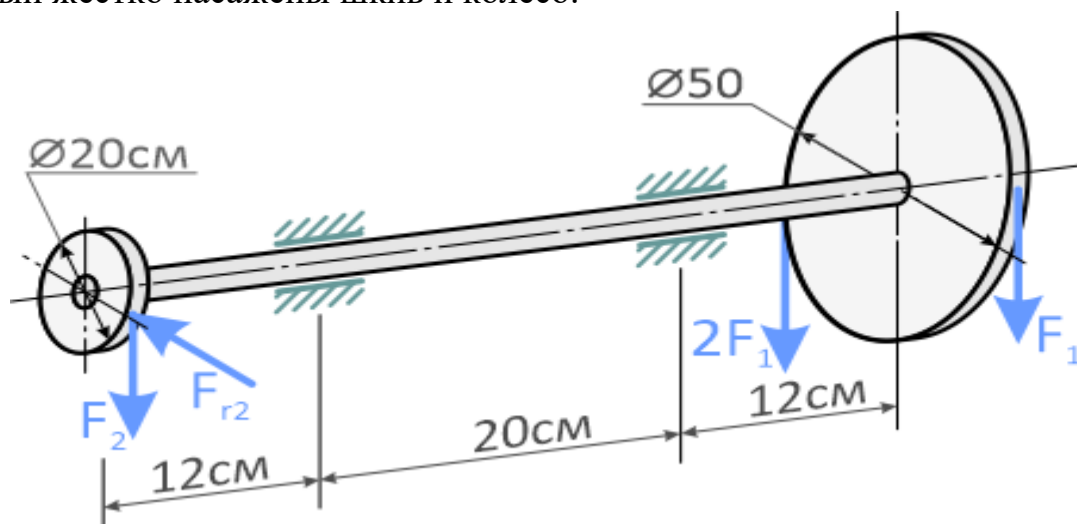
5. Проверка правильности расчётов. Студенты сверяются с условием равновесия всей системы, проверяя балансировку сил и моментов.

6. Оформление отчёта. Готовится письменный отчёт, включающий схему вала, список исходных данных, промежуточные расчёты и итоговые значения реакций опор.

7. Коллективное обсуждение. Преподаватель помогает выявить и исправить ошибки, акцентирует внимание на важных аспектах расчёта и поясняет тонкости трактовки результатов.

Пример решения типовой задачи

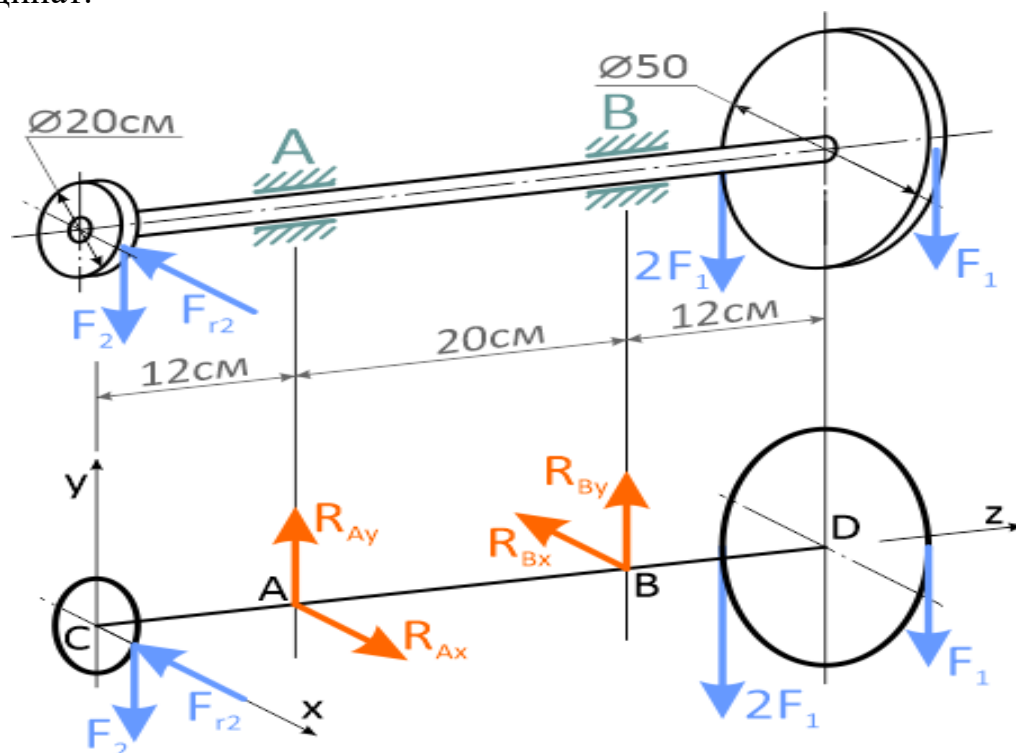
Задача: определить реакции опор (подшипников) нагруженного вала, на который жёстко насажены шкив и колесо.



Дано: $F_1 = 834$ Н, $F_{r2} = 0,4 \cdot F_2$

Решение:

1. Изображаем вал со всеми действующими на него силами, а также оси координат.



Подшипники вала заменяем горизонтальными и вертикальными реакциями.

2. Определяем F_2 и F_{r2} . Из условия равновесия тела, имеющего неподвижную ось:

$$F_1 \frac{d_1}{2} - F_2 \frac{d_2}{2} = 0;$$

Откуда

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot d_1}{d_2} = \frac{834 \cdot 0,5}{0,2} = 2085H;$$

$$F_{r2} = 0,4F_2 = 0,4 \cdot 2085 = 834H$$

3. Составляем шесть уравнений равновесия:

$$\sum M_X(A) = F_2 CA + R_{BY} AB - 3F_1 AD = 0 \quad (1)$$

$$\sum M_Y(A) = -F_{r2} CA + R_{BX} AB = 0 \quad (2)$$

$$\sum M_X(B) = F_2 CB - R_{AY} AB - 3F_1 BD = 0 \quad (3)$$

$$\sum M_Y(B) = -F_{r2} CB + R_{AX} AB = 0 \quad (4)$$

$$\sum X = -F_{r2} + R_{AX} - R_{BX} = 0 \quad (5)$$

$$\sum Y = -F_2 + R_{AY} + R_{BY} - 3F_1 = 0 \quad (6)$$

4. Решая уравнения (1), (2), (3) и (4) определяем реакции в подшипниках:

- из уравнения (1):

$$R_{BY} = \frac{-F_2 CA + 3F_1 AD}{AB} = \frac{-2085 \cdot 0,12 + 3 \cdot 834 \cdot 0,32}{0,2} = 2752,2H;$$

- из уравнения (2):

$$R_{BX} = \frac{F_{r2} CA}{AB} = \frac{834 \cdot 0,12}{0,2} = 500,4H;$$

- из уравнения (3):

$$R_{AY} = \frac{F_2 CB - 3F_1 BD}{AB} = \frac{2085 \cdot 0,32 - 3 \cdot 834 \cdot 0,12}{0,2} = 1834,8H;$$

- из уравнения (4):

$$R_{AX} = \frac{F_{r2} CB}{AB} = \frac{834 \cdot 0,32}{0,2} = 1334,4H.$$

5. Проверяем правильность найденных реакций подшипников.

Используем уравнение (5):

$$\sum X = -F_{r2} + R_{AX} - R_{BX} = -834 + 1334,4 - 500,4 = 0$$

следовательно, реакции R_{AX} и R_{BX} рассчитаны верно.

Далее используем уравнение (6):

$$\sum Y = -F_2 + R_{AY} + R_{BY} - 3F_1 = -2085 + 1834,8 + 2752,2 - 3 \cdot 834 = 0$$

Равенство нулю суммы проекций всех сил на ось Y указывает на то, что реакции в подшипниках R_{AY} и R_{BY} определены верно.

Ответ: $R_{BY} = 2752,2$ Н; $R_{BX} = 500,4$ Н; $R_{AY} = 1834,8$ Н; $R_{AX} = 1334,4$ Н.

Исходные данные к практическому заданию № 7

Вариант	Параметры	
	Сила F_1 , Н	Сила F_{T2} , Н
1	540	$0,25 \cdot F_2$
2	560	$0,27 \cdot F_2$
3	580	$0,29 \cdot F_2$
4	600	$0,31 \cdot F_2$
5	630	$0,33 \cdot F_2$
6	660	$0,35 \cdot F_2$
7	690	$0,37 \cdot F_2$
8	720	$0,39 \cdot F_2$
9	750	$0,41 \cdot F_2$
10	780	$0,43 \cdot F_2$
11	810	$0,45 \cdot F_2$
12	840	$0,47 \cdot F_2$
13	870	$0,49 \cdot F_2$
14	900	$0,5 \cdot F_2$
15	920	$0,52 \cdot F_2$
16	940	$0,54 \cdot F_2$
17	960	$0,56 \cdot F_2$
18	980	$0,58 \cdot F_2$
19	1000	$0,6 \cdot F_2$
20	1050	$0,7 \cdot F_2$

Рекомендуемая литература:

1. Бабецкий В. И. Механика в примерах и задачах: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Бабецкий, О. Н. Третьякова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 92 с.

2. Бухгольц Н. Н. Основной курс теоретической механики: учебное пособие для СПО / Н. Н. Бухгольц. – Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. – Часть 1: Кинематика, статика, динамика материальной точки – 2022. – 468 с.

Критерии оценивания:

5 (отлично) – задание выполнено в полном объеме, обучающийся свободно комментирует свои действия и полученные результаты.

4 (хорошо) – при выполнении задания допущено не более 2 ошибок, обучающийся комментирует свои действия и полученные результаты с не критическими замечаниями.

3 (удовлетворительно) – при выполнении задания допущено не более 3 ошибок, обучающийся комментирует свои действия и полученные результаты с некритическими замечаниями и наводящими вопросами преподавателя.

2 (неудовлетворительно) – при выполнении задания допущено более 3 ошибок, обучающийся комментирует свои действия и полученные результаты с критическими замечаниями и наводящими вопросами преподавателя или не может прокомментировать.

Практическое занятие №8

Тема: «Расчёт на прочность фрикционных передач».

Цель: ознакомление студентов с особенностями расчёта фрикционных передач, такими как определение частот вращения и сил прижатия катков, развитие навыков комплексного подхода к решению задач, связанных с выбором рациональных режимов работы передач и подбором необходимого оборудования.

Задание: определить максимальную и минимальную частоты вращения вала ведомого катка, а также силу прижатия катков к роликам торового вариатора, работающего в масляной ванне. Материал обоих катков – сталь.

Технические средства обучения: электронные таблицы Excel для упрощённых расчётов и визуализации результата, калькуляторы инженерного типа.

Ход работы:

1. Подготовка к занятию. Преподаватель доводит до студентов цели занятия и порядок выполнения задания. Даёт рекомендации по оформлению отчёта и использованию необходимой литературы.

2. Получение индивидуальных заданий. Каждый студент получает своё уникальное задание, которое включает разные диапазоны регулирования, минимальные радиусы катков, мощности и частоты вращения ведущего вала.

3. Выполнение расчётов. Студенты выполняют расчёт минимальной и максимальной частот вращения ведомого вала, а также рассчитывают окружную силу и силу прижатия катков к роликам. Важнейшим этапом является принятие обоснованных предположений и использование справочных данных (например, коэффициент трения).

4. Проверка результатов. Преподаватель вместе со студентами проводит проверку расчётов, сопоставляя их с заранее известными эталонными значениями. Обращает внимание на погрешности и причины отклонений.

5. Оформление отчёта. Каждый студент готовит отчёт, включающий постановку задачи, используемые формулы, промежуточные вычисления и итоговые результаты. Отчёт сопровождается необходимыми рисунками и комментариями.

6. Обсуждение итогов. Совместно обсуждаются достоинства и недостатки подходов, используемых студентами, выделяются удачные решения и обсуждаются ошибочные ходы.

Пример решения типовой задачи

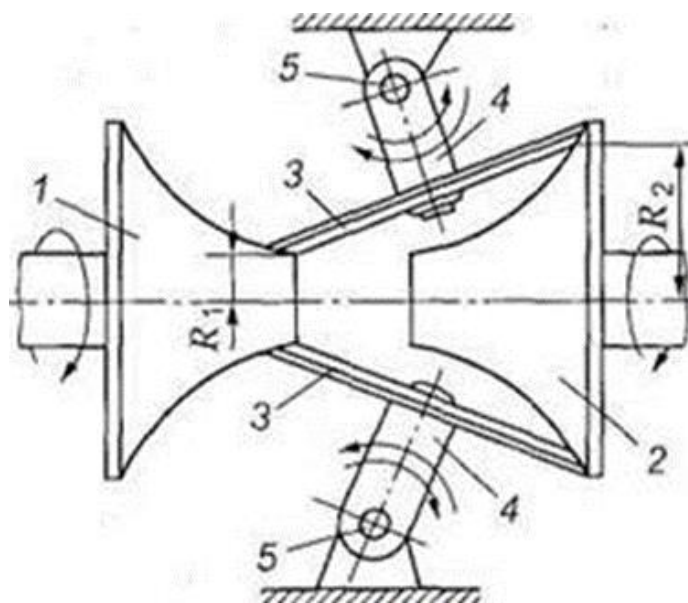
В качестве фрикционной передачи выбран торový вариатор.

Задача: определить максимальную и минимальную частоты вращения вала ведомого катка, а также силу прижатия катков к роликам торového вариатора, работающего в масляной ванне. Материал обоих катков – сталь.

Дано:

- диапазон регулирования $D = 4$,
- минимальный радиус катка $R_{1\min} = 45$ мм,
- число роликов $z = 2$,
- мощность ведущего вала вариатора $P_1 = 0,8$ кВт,
- частота вращения ведущего вала вариатора $n_1 = 927$ мин⁻¹

Таблица 1. Торový вариатор: 1 – ведущая торová чашка, 2 – ведомая торová чашка, 3 – диск, 4 – оси дисков, 5 – шарниры осей.



Решение:

1. Определяем максимальную и минимальную частоту вращения ведомого вала катка:

$$n_{2\max} = n_1 u_{\max} = 927 \cdot 2 = 1854 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_{2\min} = n_1 u_{\min} = 927 \cdot 0,5 = 463 \text{ мин}^{-1}$$

2. Определяем вращающий момент на ведущем катке:

$$T_1 = 9550 P_1 / n_1 = 9550 \cdot 0,8 / 927 = 8,24 \text{ Н·м.}$$

3. Определяем окружную силу на ведущем катке:

$$F_1 = 10^3 T_1 / (z R_{1\min}) = 10^3 \cdot 8,24 / (2 \cdot 45) = 92 \text{ Н.}$$

4. Принимаем: $K = 1,5$; для закрытой передачи $f = 0,05$ (таблица 1).

Таблица 1. Значения коэффициента трения для различных материалов

Материал контактирующей пары	f
Сталь по стали или по чугуну (со смазочным материалом)	0,04-0,05
Чугун (всухую) по:	
стали или чугуну	0,1-0,18
текстолиту	0,15-0,25
коже	0,20-0,50
прессованной бумаге	0,40-0,50
резине	0,35-0,70

5. Определяем силу прижатия катков к роликам:

$$F_r = KF_t/f = 1,5 \cdot 92/0,05 = 2760 \text{ Н.}$$

Ответ: $n_{2max} = 1854 \text{ мин}^{-1}$; $n_{2min} = 463 \text{ мин}^{-1}$; $F_r = 2760 \text{ Н.}$

Исходные данные к практическому заданию № 8

Вариант	Параметры				
	Диапазон регулирования D	Минимальный радиус катка $R_{1 \text{ min}}$, мм	Число роликов z	Мощность ведущего вала вариатора P_1 , кВт	Частота вращения ведущего вала вариатора n_1 , мин^{-1}
1	2,5	24	2	0,6	750
2	2,8	26	2	0,62	770
3	3,1	28	2	0,64	790
4	3,4	30	2	0,66	810
5	3,7	32	2	0,68	830
6	4,0	34	2	0,7	850
7	4,3	36	2	0,72	870
8	4,6	38	2	0,74	890
9	4,9	40	2	0,76	910
10	5,2	42	2	0,78	930
11	5,5	44	2	0,8	950
12	5,8	46	2	0,82	970
13	6,1	48	2	0,84	990
14	6,4	50	2	0,86	1000
15	6,7	52	2	0,88	1050
16	7,0	54	2	0,9	1100
17	7,2	56	2	0,92	1150
18	7,4	58	2	0,94	1200
19	7,6	60	2	0,96	1250
20	7,8	62	2	0,98	1290

Рекомендуемая литература:

1. Бабецкий В. И. Механика в примерах и задачах: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Бабецкий, О. Н. Третьякова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 92 с.

2. Бухгольц Н. Н. Основы курс теоретической механики: учебное пособие для СПО / Н. Н. Бухгольц. – Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. – Часть 1: Кинематика, статика, динамика материальной точки – 2022. – 468 с.

Критерии оценивания:

5 (отлично) – задание выполнено в полном объеме, обучающийся свободно комментирует свои действия и полученные результаты.

4 (хорошо) – при выполнении задания допущено не более 2 ошибок, обучающийся комментирует свои действия и полученные результаты с не критическими замечаниями.

3 (удовлетворительно) – при выполнении задания допущено не более 3 ошибок, обучающийся комментирует свои действия и полученные результаты с не критическими замечаниями и наводящими вопросами преподавателя.

2 (неудовлетворительно) – при выполнении задания допущено более 3 ошибок, обучающийся комментирует свои действия и полученные результаты с критическими замечаниями и наводящими вопросами преподавателя или не может прокомментировать.

Практическое занятие №9

Тема: «Расчёт ременных и зубчатых передач».

Цель: Формирование у студентов практических навыков расчёта ременных и зубчатых передач, а также развитие способностей анализировать и оценивать эффективность работы многоступенчатых приводов, обеспечивая грамотный выбор соотношений передач и оценку энергетических потерь.

Задание: рассчитать силовые и кинематические параметры ременной и зубчатой передач, заключённых в одном двухступенчатом приводном устройстве, а именно определить: передаточные числа всех ступеней, угловые скорости и частоты вращения на всех валах, мощности и вращающие моменты на всех валах с учетом коэффициента полезного действия.

Технические средства обучения: электронные таблицы Excel для упрощённых расчётов и визуализации результата, калькуляторы инженерного типа.

Ход работы:

1. Вводная часть. Преподаватель коротко рассказывает о назначении ременных и зубчатых передач, особенностях их устройства и роли в машиностроении. Ставятся задачи занятия и разбираются базовые понятия (передаточное число, КПД, вращающий момент).

2. Постановка задачи. Каждый студент получает индивидуальное задание, включающее параметры конкретного двухступенчатого привода (размеры шкивов, число зубьев колёс, частоту вращения вала двигателя и КПД отдельных компонентов).

3. Проектирование схемы привода. Студенты чертят схему двухступенчатого привода, нумеруют валы и детально прописывают все передаваемые усилия и мощности.

4. Расчёт параметров привода. Последовательно производятся расчёты:

- передаточных чисел первой и второй ступеней;
- частот вращения и угловых скоростей на каждом валу;
- мощностей на каждом валу с учётом потерь на трение;
- общих коэффициентов полезного действия и моментов вращения на

каждом валу.

5. Оформление отчёта. В письменной форме составляется отчёт, включающий схему привода, промежуточные расчёты и итоговые результаты. Особое внимание уделяется ясности и прозрачности изложения.

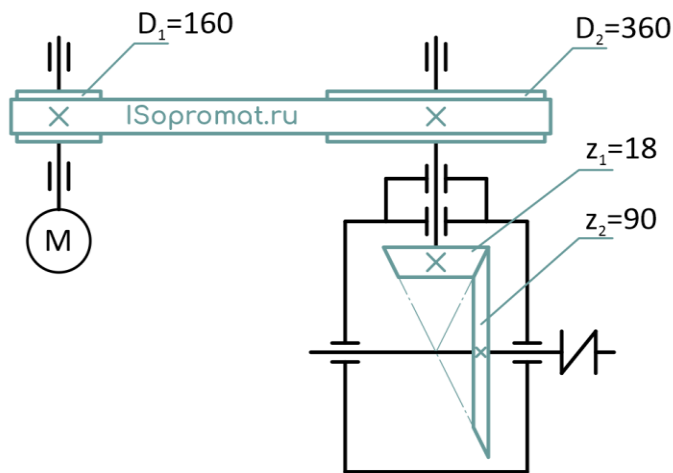
6. Итоговая проверка. Преподаватель совместно со студентами обсуждает и проверяет полученные результаты, комментируя допущенные ошибки и предлагая рекомендации по улучшению расчётов.

Пример решения типовой задачи

Задача: рассчитать силовые и кинематические параметры ременной и зубчатой передач, заключённых в одном двухступенчатом приводном устройстве, а именно определить: передаточные числа всех ступеней, угловые скорости и частоты вращения на всех валах, мощности и вращающие моменты на всех валах с учетом коэффициента полезного действия.

Дано:

- диаметры ведущего и ведомого шкивов – 160 и 360 соответственно,
- количество зубьев на ведущем и ведомом зубчатых колёсах – 18 и 90 соответственно,
- частота вращения вала двигателя – 950 оборотов за минуту.



1. Первая ступень – ременная передача, вторая ступень – коническая зубчатая передача.

2. Принять следующие значения КПД:

$\eta_{\text{подш}} = 0,99$ – для пары подшипников;

$\eta_{\text{рп}} = 0,96$ – для ременной передачи;

$\eta_{\text{зп}} = 0,97$ – для зубчатой передачи.

3. Порядок выполнения расчета параметров привода:

- вычерчивается схема привода;
- пронумеровываются валы, последовательно от начального;
- определяются передаточные отношения каждой ступени механизма;
- рассчитывается общее передаточное число привода;
- определяются частоты вращения и угловые скорости всех валов;
- вычисляются мощности на валах;
- рассчитывается общий (полный) КПД привода;
- определяются вращающие моменты на валах механизма.

Решение:

Определяем передаточные отношения каждой ступени

$$u_1 = \frac{D_2}{D_1} = \frac{360}{160} = 2,25;$$

$$u_2 = \frac{z_2}{z_1} = \frac{90}{18} = 5;$$

Определяем частоты вращения всех валов

$$n_1 = n_{\text{дв}} = 950 \text{ об / мин};$$

$$n_2 = \frac{n_1}{u_1} = \frac{950}{2,25} = 422,22 \text{ об / мин};$$

$$n_3 = \frac{n_2}{u_2} = \frac{422,22}{5} = 84,44 \text{ об / мин}$$

Определяем угловую скорость вращения всех валов

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{\pi \cdot 950}{30} = 99,48 \text{ рад/с};$$

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30} = \frac{\pi \cdot 422,22}{30} = 44,22 \text{ рад/с};$$

$$\omega_3 = \frac{\pi \cdot n_2}{30} = \frac{\pi \cdot 84,44}{30} = 8,84 \text{ рад/с}$$

Определяем мощности на всех валах

$$P_1 = N_{\text{дв}} \cdot \eta_{\text{подш}} = 14 \cdot 0,99 = 13,86 \text{ кВт};$$

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_{\text{пр}} \cdot \eta_{\text{подш}} = 13,86 \cdot 0,96 \cdot 0,99 = 13,17 \text{ кВт};$$

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_{\text{зп}} \cdot \eta_{\text{подш}} = 13,17 \cdot 0,97 \cdot 0,99 = 12,65 \text{ кВт}$$

Определяем общий коэффициент полезного действия

$$\eta = \eta_{\text{подш}}^3 \cdot \eta_{\text{пр}} \cdot \eta_{\text{зп}} = 0,99^3 \cdot 0,96 \cdot 0,97 = 0,904$$

Здесь, КПД подшипников возводим в третью степень (по количеству валов), так как на подшипники установлены все три вала.

Уточняем мощность на выходном валу, применяя общий КПД механизма к входной мощности двигателя

$$P = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 14 \cdot 0,904 = 12,656 \text{ кВт}$$

Определяем вращающие моменты на всех валах привода

$$M_1 = \frac{P_1}{\omega_1} = \frac{13,86 \cdot 10^3}{99,48} = 139,3 \text{ Нм};$$

$$M_2 = \frac{P_2}{\omega_2} = \frac{5,85 \cdot 10^3}{44,22} = 132,3 \text{ Нм};$$

$$M_3 = \frac{P_3}{\omega_3} = \frac{1,124 \cdot 10^3}{8,84} = 127,1 \text{ Нм};$$

Расчет кинематических и силовых характеристик выполнен.

Исходные данные к практическому заданию № 9

Вариант	Параметры				
	Диаметр ведущего шкива D_1 , мм	Диаметр ведомого шкива D_2 , мм	Количество зубьев на шестерне Z_1	Количество зубьев на колесе Z_2	Частота вращения вала двигателя N , об/мин.

1	90	180	12	36	750
2	100	200	14	42	780
3	110	220	16	48	810
4	120	240	18	54	840
5	130	260	20	60	870
6	140	280	22	66	900
7	150	300	24	72	930
8	160	320	26	78	960
9	170	340	28	84	990
10	180	360	30	90	1020
11	190	380	32	96	1050
12	200	400	34	102	1100
13	210	420	36	108	1150
14	220	440	38	114	1200
15	230	460	40	120	1250
16	240	480	42	126	1300
17	250	500	44	132	1350
18	260	520	46	138	1400
19	270	540	48	144	1450
20	280	560	50	150	1500

Рекомендуемая литература:

1. Бабецкий В. И. Механика в примерах и задачах: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Бабецкий, О. Н. Третьякова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 92 с.

2. Бухгольц Н. Н. Основной курс теоретической механики: учебное пособие для СПО / Н. Н. Бухгольц. – Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. – Часть 1: Кинематика, статика, динамика материальной точки – 2022. – 468 с.

Критерии оценивания:

5 (отлично) – задание выполнено в полном объеме, обучающийся свободно комментирует свои действия и полученные результаты.

4 (хорошо) – при выполнении задания допущено не более 2 ошибок, обучающийся комментирует свои действия и полученные результаты с не критическими замечаниями.

3 (удовлетворительно) – при выполнении задания допущено не более 3 ошибок, обучающийся комментирует свои действия и полученные результаты с не критическими замечаниями и наводящими вопросами преподавателя.

2 (неудовлетворительно) – при выполнении задания допущено более 3 ошибок, обучающийся комментирует свои действия и полученные результаты с критическими замечаниями и наводящими вопросами преподавателя или не может прокомментировать.

Практическое занятие №10

Тема: «Методы повышения износостойкости поверхностных слоёв».

Цель: Формирование у студентов навыков выбора эффективных методов повышения износостойкости поверхностных слоёв деталей машин и механизмов. Освоение технологий диагностики эксплуатационных условий и подбор оптимальных технологических операций, направленных на увеличение срока службы деталей и снижение затрат на обслуживание и ремонт.

Задание: осуществить выбору метода повышения износостойкости поверхностных слоёв.

Технические средства обучения: –

Ход работы:

1. Вводная часть. Преподаватель вводит студентов в проблематику износостойкости деталей и объясняет необходимость повышения ресурса оборудования за счёт оптимизации материалов и защитных покрытий.

2. Постановка задачи. Студенты получают индивидуальное задание, включающее описание детали, её материал, условия эксплуатации и требования к увеличению ресурса.

3. Анализ условий эксплуатации. Каждый студент анализирует заданные условия работы детали (типы нагрузок, виды трения, скорость скольжения и основные виды износа).

4. Выбор способа повышения износостойкости. Студенты предлагают ряд вариантов повышения износостойкости (термообработка, нанесение покрытий, конструктивные решения), обосновывают их выбор и оценивают эффективность каждого метода.

5. Сравнительный анализ методов. В таблице собираются данные по различным методам повышения износостойкости (эффективность, стоимость, сложность реализации, возможность восстановления геометрии и экологичность).

6. Принятие решения. Исходя из анализа, студенты принимают обоснованное решение о наилучшем методе повышения износостойкости для своей детали.

7. Оформление отчёта. Готовится письменный отчёт, включающий полную диагностику условий эксплуатации, анализ существующих методов и принятые решения.

8. Итоговая проверка. Преподаватель проверяет отчёты, выявляет ошибки и проводит совместное обсуждение наиболее успешных решений.

Пример решения типовой задачи

Задача: повысить износостойкость штока гидроцилиндра из стали 45, работающего в условиях абразивного износа (пыль, песок).

Анализ: основной вид износа - абразивный, высокая нагрузка, важно сохранить герметичность.

Варианты:

Хромирование (гальваника): хорошо для герметичности, но со временем может отслаиваться.

Азотирование (термохимическое): высокая твердость, хорошая износостойкость, устойчивость к коррозии.

ЭИУ (электроискровое): можно нанести тугоплавкие сплавы, но сложно для больших поверхностей.

Вывод: оптимальным является азотирование или твердое хромирование, в зависимости от бюджета и требований к долговечности.

Рекомендуемая литература:

3. Бабецкий В. И. Механика в примерах и задачах: учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Бабецкий, О. Н. Третьякова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 92 с.

4. Бухгольц Н. Н. Основы курса теоретической механики: учебное пособие для СПО / Н. Н. Бухгольц. – Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. – Часть 1: Кинематика, статика, динамика материальной точки – 2022. – 468 с.

Критерии оценивания:

5 (отлично) – задание выполнено в полном объеме, обучающийся свободно комментирует свои действия и полученные результаты.

4 (хорошо) – при выполнении задания допущено не более 2 ошибок, обучающийся комментирует свои действия и полученные результаты с не критическими замечаниями.

3 (удовлетворительно) – при выполнении задания допущено не более 3 ошибок, обучающийся комментирует свои действия и полученные результаты с не критическими замечаниями и наводящими вопросами преподавателя.

2 (неудовлетворительно) – при выполнении задания допущено более 3 ошибок, обучающийся комментирует свои действия и полученные результаты с критическими замечаниями и наводящими вопросами преподавателя или не может прокомментировать.

3.3 Контрольная работа

Контрольная работа выполняется обучающимися с целью систематизации, закрепления и расширения теоретических знаний, развития творческих способностей обучающихся, овладения навыками самостоятельной работы с научной, научно-методической, нормативно-правовой литературой, формирования умений анализировать и отвечать на вопросы, поставленные темой работы, делать выводы на основе проведенного анализа.

Основные задачи выполняемой работы:

– закрепление полученных ранее теоретических знаний;

- выработка навыков самостоятельной работы;
- выяснение подготовленности обучающегося к будущей практической работе.

Контрольная работа выполняется в соответствии с методическими рекомендациями к выполнению письменных работ для курсантов (студентов) обучающихся по программам среднего профессионального образования.

Контрольная работа, которая выполняется самостоятельно во внеаудиторное время, носит творческий характер. Задания или тема контрольной работы выдаются преподавателем заранее.

Преподаватель проводит консультацию, устанавливает срок выполнения работы, объясняет критерии и систему оценки работы.

Если работа полностью не отвечает требованиям, она возвращается обучающемуся для переработки. В случае повторной проверки преподаватель обращается к первому варианту для проверки исправленных ошибок.

Не скрепленная и не помещенная в папку-скоросшиватель, равно как небрежно оформленная, с исправлениями работа не принимается.

Примерные варианты контрольной работы:

Вариант 1.

Часть I. Теоретические вопросы (ответьте письменно на вопросы)

1. **Статика.** Сформулируйте правила знаков для внутренних усилий при расчёте ферм судового корпуса.

2. **Кинематика.** Как меняется скорость судна при повороте, если двигатель сохраняет постоянную мощность?

3. **Динамика.** Объясните физическое содержание закона сохранения импульса и его применение в кораблестроении.

4. **Материалы и прочность.** Какие основные критерии выбора материала для палубных перекрытий судов?

5. **Деформации и напряжения.** Дайте сравнительную оценку нормального и касательного напряжений, возникающих в корпусе судна при волнении моря.

Часть II. Практические задания (решить задачи)

Задача 1

Рассчитать максимальное нормальное напряжение в вертикальном стрингере бортовой обшивки судна длиной $L=20$ м, шириной $B=10$ м, толщиной $\delta=10$ мм, если судно испытывает нагрузку от волны высотой $H=3$ метра. Плотность воды принять равной $\rho=1025\text{кг/м}^3$, модуль упругости материала $E=2\cdot 10^{11}\text{Па}$.

Решение представить графически и в табличной форме.

Задача 2

Судно движется равномерно со скоростью $v=15$ км/ч в море. Необходимо рассчитать требуемую мощность двигателя для преодоления сопротивления среды, считая гидродинамическое сопротивление линейно зависящим от скорости судна. Коэффициент сопротивления воды считать постоянным и равным $k=0.01$. Масса судна составляет $m=1000$ тонн.

Представьте решение с промежуточными этапами.

Задача 3

Вычислить максимальный прогиб горизонтальной балки палубного перекрытия длиной $l=10$ метров, находящейся под действием распределённой нагрузки интенсивности $q=5000$ Н/м. Балка выполнена из алюминиевого сплава, модуль упругости которого $E=70$ ГПа, площадь поперечного сечения $A=0.05$ м², момент инерции $I=0.002$ м⁴.

Указать этапы расчёта и конечный результат.

Часть III. Тестовые задания (выбор правильного варианта ответа)

1. Какой показатель отражает степень затухания колебаний корабля в штормовую погоду?

- А) Жесткость корпуса
- Б) Амортизационная способность
- В) Демпфирующая способность
- Г) Инертность корпуса

2. При усиленном натяжении болтов крепления палубного оборудования происходит:

- А) Увеличение жесткости крепежа
- Б) Появление значительных остаточных напряжений
- В) Улучшение коррозионной стойкости
- Г) Все перечисленные варианты

3. Наиболее частым дефектом несущих конструкций судов являются:

- А) Прогибы и искривления
- Б) Микротрещины и усталостные повреждения
- В) Нарушение герметичности стыков
- Г) Электрокоррозия металла

4. При выполнении расчетов судовых конструкций наиболее важным фактором является:

- А) Минимальная стоимость материалов
- Б) Высокая производительность труда рабочих
- В) Надежность и безопасность эксплуатации
- Г) Красивый внешний дизайн судна

5. Внутреннее усилие, направленное перпендикулярно площади поперечного сечения балки, называется:

- А) Нормальное напряжение
- Б) Касательное напряжение

- В) Усилие среза
- Г) Внешняя нагрузка

Вариант 2.

Часть I. Теоретические вопросы (письменно сформулируйте ответы)

1. Статика. Сформулируйте правило определения знака реакций в узлах фермы судового каркаса.
2. Кинематика. Какое отношение имеет частота вращения гребного винта к общей скорости судна?
3. Динамика. Объясните физическую природу явления резонансных вибраций в морских судах и последствия игнорирования данного эффекта.
4. Материалы и прочность. Какие критерии прочности и пластичности применяются при выборе сталей для палубных сооружений?
5. Деформации и напряжения. Охарактеризуйте особенности неравномерного распределения напряжений вдоль борта судна при ветровой нагрузке.

Часть II. Практические задания (решите задачи)

Задача 1

Рассчитать максимальную деформацию днищевой части стальной плиты размером $L=15\text{ м} \times W=8\text{ м}$, толщина $\delta=12\text{ мм}$, при приложении сосредоточенной нагрузки $F=100\text{ кН}$ посередине плиты. Модуль упругости материала $E=2 \cdot 10^{11}\text{ Па}$.

Предоставьте подробное решение с графическими иллюстрациями и формулами.

Задача 2

Средняя осадка судна $T=5$ метра, водоизмещение $D=5000$ тонн, ширина судна $B=20$ метров. Требуется определить коэффициент остойчивости судна (GM) и сделать вывод о степени его остойчивости, учитывая, что расстояние от ватерлинии до центра тяжести судна $KG=10$ метров.

Решите задачу поэтапно, представив исходные данные и итоговый результат.

Задача 3

Балка, используемая в качестве палубного настила, подвергается воздействию равномерно распределённой нагрузки интенсивностью $q=3000\text{ Н/м}$ на длине $l=12$ метров. Материал балки сталь с модулем упругости $E=2 \cdot 10^{11}\text{ Па}$, момент инерции $I=0.003\text{ м}^4$. Вычислите максимальный прогиб балки.

Покажите пошаговое решение задачи.

Часть III. Тестовые задания (укажите верный ответ)

1. Причиной появления трещин в конструкциях судна чаще всего становится:

- A) чрезмерное давление морской воды
- B) накопленная усталость материала
- C) недостаточная антикоррозионная защита
- D) воздействие высоких температур

2. В судостроении наибольшую проблему создает именно этот вид коррозии:

- A) электрохимическая коррозия
- B) межкристаллитная коррозия
- C) точечная коррозия
- D) биокоррозия

3. Основной фактор, влияющий на выбор толщины листов обшивки корпуса судна:

- A) уровень шума внутри помещений
- B) прочность корпуса
- C) вес судна
- D) эстетичность внешнего вида

4. Метод расчета плавучести судна основан на применении следующего физического закона:

- A) Закон Архимеда
- B) Закон Бернулли
- C) Закон Гука
- D) Закон сохранения массы

5. Наибольшее внимание уделяется выбору материала для производства главной энергетической установки судна исходя из критериев:

- A) высокая удельная теплоемкость
- B) низкая теплопроводность
- C) повышенная жаростойкость и прочность
- D) низкий коэффициент расширения

4. ВОПРОСЫ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

1. Основные понятия и аксиомы статики. Связи и их реакция.
2. Плоская система сил.
3. Элементы теории трения.
4. Пространственная система сил.
5. Определение центра тяжести.
6. Кинематические точки.
7. Простейшие движения твердого тела.
8. Сложное движение точки.
9. Сложение двух вращательных движений.
10. Законы динамики, уравнение движения материальной точки.

11. Силы, действующие на точки механической системы.
12. Теорема о движении центра масс механической системы.
13. Работа сил. Мощность.
14. Коэффициент полезного действия.
15. Моменты инерции твердого тела
16. Теоремы об изменении количества движения материальной точки и механической системы
17. Теорема об изменении момента количества движения материальной точки
18. Теорема об изменении кинематического момента механической системы
19. Теорема об изменении кинематической энергии материальной точки
20. Дифференциальные уравнения поступательного движения твердого тела
21. Плоская система сил (решение примеров)
22. Элементы теории трения (решение примеров)
23. Основные понятия.
24. Растяжение и сжатие.
25. Основные механические характеристики материалов.
26. Расчеты на прочность при растяжении и сжатии.
27. Срез и сжатие. Кручение.
28. Прямой поперечный изгиб.
29. Определение перемещений при изгибе.
30. Теория предельных напряженных состояний. Понятие о сопротивлении усталости. Прочность при динамических нагрузках.
31. Устойчивость при осевом нагружении стержня.
32. Раскрытие статической неопределимости систем.
33. Расчеты на прочность при растяжении и сжатии
34. Испытания образца на растяжение
35. Расчеты на прочность при срезе и смятии
36. Прямой поперечный изгиб (решение примеров)
37. Машины и их основные элементы.
38. Основные критерии работоспособности и расчета деталей машин.
39. Машиностроительные материалы.
40. Критерии работоспособности и расчеты валов и осей. Расчет осей на статическую прочность.
41. Приближенный расчет валов на прочность. Расчет осей и валов на жесткость. Корпусные детали.
42. Пружины и рессоры.
43. Неразъемные соединения (Заклепочные, паяные, сварные и клеевые соединения).
44. Разъемные соединения. Подшипники. Муфты.
45. Фрикционные передачи (Цилиндрическая фрикционная передача. Расчет на прочность цилиндрической фрикционной передачи.)

46. Фрикционные передачи (Коническая фрикционная передача. Расчет на прочность фрикционной передачи.)
47. Виды передач. Винт.
48. Реечные передачи.
49. Кривошипно-шатунные механизмы.
50. Кулисные механизмы.
51. Общие сведения о редукторах
52. Расчёт заклёпочных швов
53. Расчёт сварных стыковых и нахлесточных соединений
54. Расчёт резьбы на прочность
55. Выбор и расчёт муфт
56. Основные критерии работоспособности червячных передач
57. Основные способы изменения механических свойств
58. Упрочняющая обработка пластическим деформированием
59. Повышение износостойкости поверхностных слоёв
60. Поверхностные покрытия
61. Упрочнение поверхностных слоёв химико-термической обработкой
62. Упрочнение ходовых винтов

5. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБУЧЕНИЯ

Основная литература:

1. Бабецкий В. И. Механика в примерах и задачах : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. И. Бабецкий, О. Н. Третьякова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 92 с.
2. Бухгольц Н. Н. Основной курс теоретической механики : учебное пособие для СПО / Н. Н. Бухгольц. – Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. – Часть 1 : Кинематика, статика, динамика материальной точки – 2022. – 468 с.
3. Вереина Л. И. Основы технической механики: учебник: Рекомендовано ФГАУ «ФИРО». – Москва: ИД Академия, 2022. –224 с., пер. № 7 бц
4. <http://claw.ru/> - Образовательный портал
5. <http://ru.wikipedia.org/> - Свободная энциклопедия
6. Электронный ресурс Российское образование, Федеральный портал (<http://www.edu.ru>).

Дополнительные источники:

7. 1. Бухгольц, Н. Н. Основной курс теоретической механики: учебное пособие для спо / Н. Н. Бухгольц. – Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. – Часть 1: Кинематика, статика, динамика материальной точки – 2021. – 468 с. – ISBN 978-5-8114-6765-5.
8. 2. Бухгольц, Н. Н. Основной курс теоретической механики: учебное пособие для спо / Н. Н. Бухгольц. – Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. – Часть 2: Динамика системы материальных точек – 2021. – 336 с. – ISBN 978-5-8114-6766-2