

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

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

Факультет горно-металлургической промышленности и строительства
Кафедра машин металлургического комплекса



УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по учебной
работе

Д.В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Динамика машин
(наименование дисциплины)

15.03.02 Технологические машины и оборудование
(код, наименование направления)

Металлургическое оборудование
(профиль подготовки)

Квалификация бакалавр
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная, заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цели дисциплины. Целью изучения дисциплины «Динамика машин» является формирование у обучающихся знаний для производственно-технологической, проектно-конструкторской и научно-исследовательской деятельности в области динамического анализа машин, разработки динамических моделей машин и их приводов, анализ нагруженности элементов конструкции в переходных режимах работы, определения технологических и конструкторских методов снижения динамической нагруженности машин.

Задачи изучения дисциплины:

- формирование знаний и умений в области динамики машин;
- изучение студентами теории и практики методов снижения динамической нагруженности машин;
- вовлечение студентов в научно-исследовательскую работу, ориентированную на создание и продвижение технических решений защиты машин.

Дисциплина направлена на формирование профессиональной (ПК-6) компетенции выпускника.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в БЛОК 1 «Дисциплины (модули)» в часть, формируемую участниками образовательных отношений по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование (профиль подготовки «Металлургическое оборудование»). Дисциплина реализуется кафедрой машин металлургического комплекса.

Дисциплина базируется на знании студентами программы курса высшей математики, теоретической механики, сопротивления материалов, теории механизмов и машин, детали машин и строится на предпосылке, что студенты обладают элементарными знаниями в области информационных технологий и работы в сети Интернет.

Курс является одним из фундаментов для дальнейшего изучения дисциплин профессионального цикла по профилю металлургического оборудования. Компетенции, освоенные студентами в ходе изучения дисциплины, могут быть использованы для дальнейшей производственной деятельности.

Очная форма обучения:

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 ак.ч.), практические (36 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (72 ак.ч.).

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

Заочная форма обучения:

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (6 ак.ч.), практические (6 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (132 ак.ч.).

Дисциплина изучается на 4 курсе в 8 семестре. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Динамика машин» направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции		
Способен проектировать детали, узлы, технологическую оснастку машиностроительного производства	ПК-6	ПК-6.1. Знать классификацию, основные особенности и методики проектирования деталей, узлов, технологической оснастки ПК-6.2. Знать методики прочностных расчетов деталей, узлов, технологической оснастки ПК-6.3. Знать нормативно-технические и руководящие документы по порядку и правилам разработки конструкторской документации ПК-6.4. Уметь использовать прикладные компьютерные программы для силовых, прочностных, точностных расчетов ПК-6.5. Уметь разрабатывать конструкцию узлов и технологической оснастки

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётных единицы, 144 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к экзамену.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам
		6
Аудиторная работа, в том числе:	72	72
Лекции (Л)	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	–	–
Курсовая работа/курсовой проект	–	–
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	72	72
Подготовка к лекциям	9	9
Подготовка к лабораторным работам	–	–
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	18	18
Выполнение курсовой работы / проекта	–	–
Расчетно-графическая работа (РГР)	–	–
Реферат (индивидуальное задание)	–	–
Домашнее задание	–	–
Подготовка к контрольной работе	3	3
Подготовка к коллоквиуму	–	–
Аналитический информационный поиск	–	–
Работа в библиотеке	6	6
Подготовка к экзамену	36	36
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	Э	Э
Общая трудоемкость дисциплины		
ак.ч.	144	144
з.е.	4	4

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенции, приведенной в п.3 дисциплина разбита на 8 тем:

- Тема 1 (Прикладная динамика машин);
- Тема 2 (Учет упругих свойств трансмиссии машин);
- Тема 3 (Дифференциальные уравнения движения);
- Тема 4 (Системы с одной степенью свободы);
- Тема 5 (Использование теории вынужденных колебаний в технике);
- Тема 6 (Классификация приводных механических систем);
- Тема 7 (Динамические нагрузки в приводных линиях механизмов с учетом упругих колебаний);
- Тема 8 (Ударное нагружение систем).

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч.
1	Прикладная динамика машин	Задачи прикладной динамики машин. Классификация процессов при колебаниях Типовое решение задач динамики	2 2	Закон движения. Колебательные процессы Постановка и решение задач динамики	2 2	– –	– –
2	Учет упругих свойств трансмиссии машин	Соединения упругих связей, принципы их приведения Принципы приведения сил и моментов сил. Приведение масс и моментов инерции Разработка и построение приведенной схемы механизмов	2 2 2	Задачи приведения жесткостей Приведение сил, моментов сил, масс, моментов инерции Построение эквивалентных схем	2 2 2	– – –	– – –
3	Дифференциальные уравнения движения	Составление дифференциальных уравнений движения по методу Даламбера, с помощью уравнений Лагранжа второго рода. Решение дифференциальных уравнений 2-го порядка	6	Составление ДУ методом Даламбера Составление ДУ с помощью уравнений Лагранжа Решение ДУ	2 2 2	– – –	– – –
4	Системы с одной степенью свободы	Линейные колебания с одной степенью свободы. Свободные незатухающие и затухающие колебания Вынужденные колебания. Установившийся и неустановившийся режим Вынужденные колебания с вязким демпфированием. Обобщенная периодическая возмущающая сила	2 2 2	Системы с одной степенью свободы. Вынужденные колебания систем. Вынужденные колебания с вязким демпфированием	2 2 2	– – –	– – –
5	Использование теории вынужденных колебаний в технике	Упругая подвеска машин. Вибраторы	2	Применение колебаний в технике	2	–	–

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоем- кость в ак.ч.	Темы практичес- ких занятий	Трудоем- кость в ак.ч.	Темы лабора- торных занятий	Трудоем- кость в ак.ч.
6	Классификация при- водных механиче- ских систем.	Жесткие и упругие системы. Системы с сосредоточенными и распределенными массами Консервативные и диссипативные си- стемы. Равновесные и неравновесные системы. Виды упругих характеристик связей	2	Виды приводов	2	–	–
7	Динамические нагрузки в привод- ных линиях меха- низмов с учетом упругих колебаний	Динамика переходных процессов нена- груженных машин Динамика переходных процессов нагруженных машин	2	Пуск ненагружен- ных машин	2	–	–
8	Ударное нагружение систем	Удар массы при наличии упругой связи Удар массы об упругий буфер	2	Ударные нагрузки	2	–	–
	Всего аудиторных часов		36		36	–	–

Таблица 4 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоем- кость в ак.ч.	Темы практичес- ких занятий	Трудоем- кость в ак.ч.	Темы лабора- торных занятий	Трудоем- кость в ак.ч.
1	Прикладная дина- мика машин	Задачи прикладной динамики машин. Классификация процессов при колеба- ниях. Типовое решение задач динамики	2	Постановка и ре- шение задач дина- мики	2	–	–
2	Учет упругих свойств трансмис- сии машин	Соединения упругих связей, принципы их приведения. Разработка и построение приведенной схемы механизмов	4	Построение экви- валентных схем	4	–	–
	Всего аудиторных часов		6		6	–	–

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ПК-6	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для проведения экзамена

Всего в семестре студент может набрать 100 баллов.

Экзамен проставляется автоматически, если студент выполнил и успешно защитил все практические работы. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, студент приходит на экзамен.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале экзамен
0-59	Неудовлетворительно
60-73	Удовлетворительно
74-89	Хорошо
90-100	Отлично

6.2 Домашнее задание

Домашнее задание не предусмотрено

6.3 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Тема 1 Прикладная динамика машин

- 1) Эксплуатационная надежность машины это?
- 2) Какие упругие колебания Вам известны?
- 3) Что собой представляет эквивалентная приведенная схема механизма?
- 4) Какие задачи прикладной динамики машин?

5) В чем заключаются отличия детерминированных и стохастических процессов?

6) Как делятся колебания по характеру возмущения?

7) Как делятся колебания по характеру упругих связей?

8) Как делятся колебательные процессы по числу степеней свободы?

9) Как делятся колебательные процессы по характеру относительного движения масс?

10) Представьте типовую схему решения задачи динамики машин.

Тема 2 Учет упругих свойств трансмиссии машин

1) Чем вызвана инерционность трансмиссии машины?

2) Что такое жесткость упругого элемента?

3) Что такое податливость упругого элемента?

4) Какие виды соединений жесткостей Вам известны?

5) Сформулируйте принцип приведения жесткостей.

6) Что понимают под понятием – приведенной массы участка?

7) Приведенной массой механизма называется ...?

8) Сформулируйте принцип приведения масс и моментов инерции?

9) Сформулируйте принцип приведения сил и моментов сил?

10) В чем заключается сущность метода Релея?

Тема 3 Дифференциальные уравнения движения

1) Из принципа Даламбера следует, что?

2) Низкочастотными являются системы, у которых?

3) Высокочастотными являются системы, у которых?

4) Составления дифференциальных уравнений движения на основе принципа Лагранжа?

5) Кинетическая энергия по отношению к обобщенным координатам является величиной?

6) Общее решение однородного уравнения?

7) Общее решение неоднородного уравнения?

8) Что собой представляет характеристическое уравнение ДУ?

9) Частное решение неоднородного уравнения?

10) Из каких соображений находят неизвестные коэффициенты?

Тема 4 Системы с одной степенью свободы

1) Какие колебания называют незатухающими?

2) Какие колебания называют собственными?

3) Какие силы называют диссипативными?

4) Что показывает логарифмический декремент затухания?

5) Какая система называется передемпфированной?

6) Из какого условия определяется критическая величина демпфирования $k_{кр}$, при которой движение теряет колебательный характер?

7) Какое явление называется резонансом?

- 8) Какое явление называют биением?
- 9) Эквивалентное вязкое демпфирование?
- 10) Пути снижения нагрузок, действующих в машинах?

Тема 5 Использование теории вынужденных колебаний в технике

- 1) Балансировка механизмов?
- 2) Каким образом снижают усилия, передаваемые на фундамент?
- 3) Каким образом повышают комфорт передвижения на транспортных средствах?
- 4) Использование вибраторов в промышленности?
- 5) Использование вибраторов в строительстве?

Тема 6 Классификация приводных механических систем

- 1) Какие системы называют жесткими?
- 2) Какие системы называют упругими?
- 3) Упругие системы с постоянной жесткостью?
- 4) Упругие системы с переменной жесткостью?
- 5) Какие системы называются консервативными (потенциальными)?
- 6) Какие системы относятся к диссипативным?
- 7) Симметричные и несимметричные упругие связи?
- 8) Жесткие и мягкие упругие связи?
- 9) Особенности систем, в которых между связями имеются зазоры?
- 10) Системы с предварительным натягом связей?

Тема 7 Динамические нагрузки в приводных линиях механизмов с учетом упругих колебаний

- 1) Амплитудные значения динамических нагрузок в металлургических машинах в период неустановившихся режимов превышают статические нагрузки во сколько раз и почему?
- 2) Переходные процессы (пуск и остановка) многих машин проходят при отсутствии внешних сопротивлений, но при этом машины испытывают динамические нагрузки (приведите примеры)?
- 3) Какую систему можно считать высокочастотной?
- 4) Переходные процессы (пуск и остановка) многих машин проходят при наличии внешних нагрузок (приведите примеры)?
- 5) Перечислите законы технологического нагружения, приведите примеры?

Тема 8 Ударное нагружение систем

- 1) Какое нагружение называют ударным?
- 2) Чем характеризуется первая фаза удара массы при наличии упругой связи?
- 3) Чем характеризуется вторая фаза удара массы при наличии упругой связи?

4) Чем характеризуется третья фаза удара массы при наличии упругой связи?

5) Из каких соображений определяют оптимальную скорость движения механизма?

6.4 Вопросы для подготовки к экзамену

1) Что называется коэффициентом жесткости? Привести его математическую запись с размерностями при различных видах деформации: кручении, растяжении и сжатии, изгибе. Что такое податливость, ее размерность?

2) Вынужденные колебания неустановившееся состояние?

3) Вынужденные колебания линейной системы без учета сил трения. Уравнение, описывающее вынужденные колебания, его решение?

4) Динамические нагрузки в приводных линиях механизмов с учетом упругих колебаний?

5) Современные задачи металлургического машиностроения. Роль динамических исследований и расчетов на прочность, выносливость, долговечность при проектировании металлургических машин?

6) Обобщенная периодическая возмущающая сила?

7) Колебательные системы с одной степенью свободы?

8) Эквивалентное вязкое демпфирование?

9) Моделирование процессов динамики металлургических машин на ЭВМ?

10) Расчет рациональных параметров механизмов, обеспечивающих заданную производительность машин?

11) Свободные линейные колебания. Уравнение, описывающее колебания, частота, период, амплитуда, начальная фаза и форма колебаний?

12) Действие гармонической вынуждающей силы (момента). Биение и резонанс?

13) Элементы экспериментальной динамики металлургических машин. Датчики, мессдозы и элементы тензометрии?

14) Пути снижения нагрузок, действующих в металлургических машинах?

15) Режимы нагружения металлургических машин и их характеристика?

16) Защита металлургических машин от перегрузок, ударов и вибраций?

17) Особенности конструкций, нагруженности и эксплуатации металлургических машин?

18) Приведение масс и моментов инерции, приведение жесткостей?

19) Способы составления дифференциальных уравнений, описывающих колебания в машинах?

20) Колебательные системы и виды колебаний. Основные понятия и определения?

21) Свободные линейные колебания. Уравнение, описывающее колебания, и его решение?

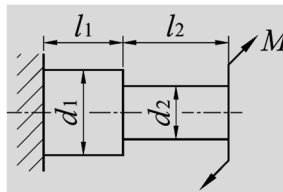
22) Пути повышения надежности металлургических машин (по условию прочности их деталей)?

23) Измерение кинематических и силовых параметров машин?

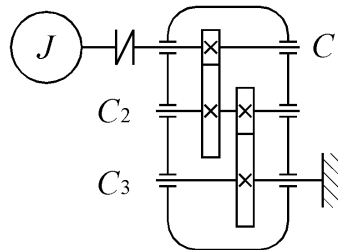
- 24) Уравнение движения системы с вязким трением и его решение?
 25) Усталостное повреждение металлов. Кривая усталости. Влияние различных факторов на параметры кривой усталости?
 26) Роль динамических исследований и расчетов на прочность, выносливость и долговечность в решении задач снижения материалоемкости и стоимости машин?
 27) Колебательные процессы в металлургических машинах?
 28) Оценка прочности, выносливости и долговечности деталей металлургических машин с учетом динамических нагрузок?
 29) Логарифмический декремент затухания?
 30) Ударная нагрузка механизмов?

6.5 Практические задания для подготовки к экзамену

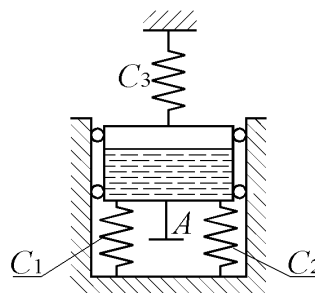
1) Стальной двухступенчатый вал имеет следующие размеры (см. рисунок): $d_1 = 20$ мм, $d_2 = 10$ мм, $l_1 = 320$ мм, $l_2 = 100$ мм. Крутящий момент равен $M = 275$ Н·м. Определить угол поворота концевое сечения вала, к которому приложен момент M .



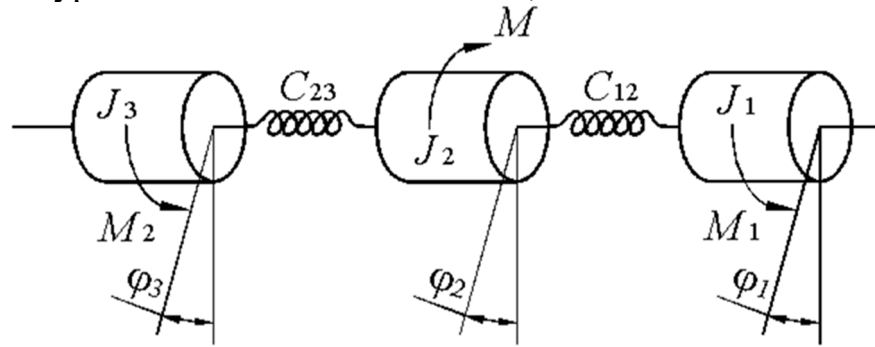
2) Определить приведенную жесткость валов двухступенчатого редуктора. Центр приведения – вал двигателя. Передаточное число ступеней редуктора – $i_{12} = 4$, $i_{23} = 5.6$. Жесткости валов редуктора соответственно равны $C_1 = 3.5$ МН·м/рад, $C_2 = 4.5$ МН·м/рад, $C_3 = 5.5$ МН·м/рад.



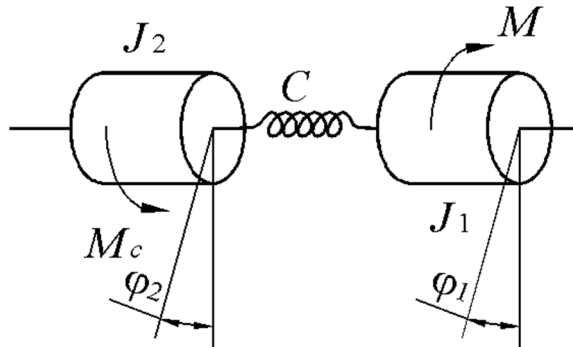
3) В бак объемом 10 м^3 накачивается вода. Когда бак полон, он садится упорным башмаком A на пол. На какую высоту поднимается пустой бак, если жесткости $C_1 = C_2 = 200$ Н/мм, $C_3 = 100$ Н/мм.



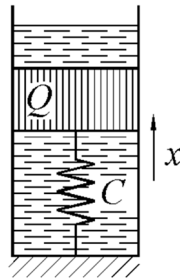
4) Составьте уравнения движения системы, показанной на схеме.



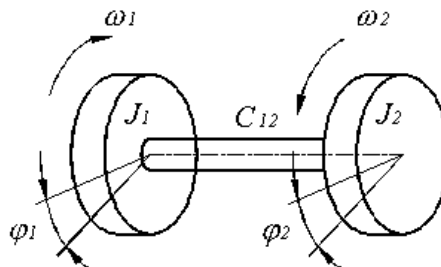
5) Составьте уравнение движения и определите частоту собственных колебаний системы, показанной на схеме.



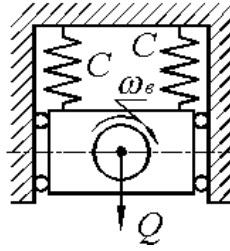
6) Тело массой m опирается на упругую связь жесткостью C . Коэффициент затухания – k . Колеблющаяся масса при движении встречает сопротивление жидкости, пропорциональное скорости $k \cdot \dot{x}$. Составить уравнение движения массы.



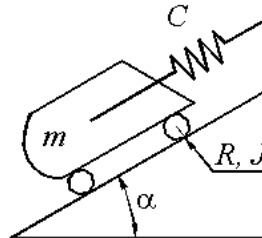
7) Дифференциальное уравнение, описывающее движение системы, показанной на рисунке, имеет вид: $\frac{J_1 \cdot J_2}{J_1 + J_2} \cdot \ddot{\varphi} + C_{12} \cdot \varphi = 0$. Определить численное значение частоты собственных колебаний такой системы, если: $C_{12} = 1 \text{ кН} \cdot \text{м/рад}$; $J_1 = 20 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$; $J_2 = 25 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.



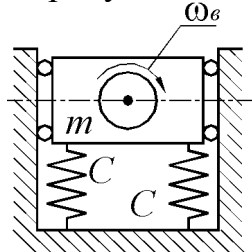
8) Машина подвешена на двух упругих связях жесткостью $C = 400 \text{ кН/см}$ каждая. Вес машины $Q = 1000 \text{ кН}$. Определить критическое число оборотов для этой системы.



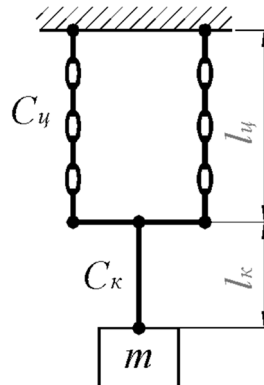
9) На наклонном мосту скипового подъемника, установлен скип массой m , удерживаемый канатом жесткостью C . Считая, что каждая колесная пара тележки имеет момент инерции массы J , радиус колес R , а движение происходит без проскальзывания, определить собственную частоту колебаний скипа.



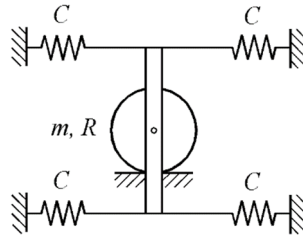
10) Определить критическую скорость вращения ведущего вала $\omega_с$, если масса машины m , жесткость пружин C . Используйте резонансные явления. Схема механизма представлена на рисунке.



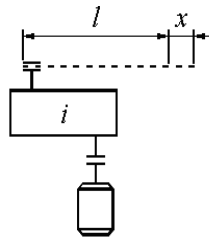
11) На подвеске, состоящей из двух цепей и каната, подвешен груз m . Определить суммарное удлинение ΔX подвески, если жесткость одного метра цепи $C_y = 2 \text{ кН/мм}$, а жесткость одного метра каната $C_k = 0.15 \text{ кН/мм}$, $l_y = 4 \text{ м}$, $l_k = 1 \text{ м}$, $m = 10 \text{ т}$. Схема представлена на рис.



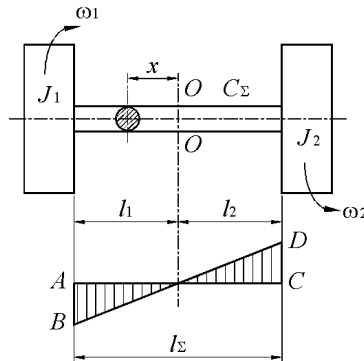
12) Определить частоту собственных колебаний механизма. Схема механизма представлена на рисунке.



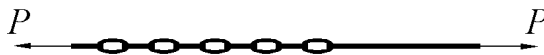
13) Привести жесткость участка цепи длиной l к валу двигателя. Жесткость одного метра цепи – C , деформация цепи – x , радиус звездочки – R , передаточное число редуктора – i .



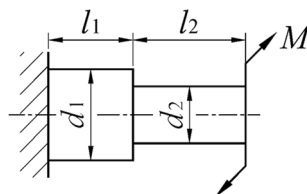
14) После закручивания вала он был отпущен и диски начали колебаться. Определите длину l_1 , если в сечении $O-O$ вала, амплитуда колебаний равна нулю, а $J_1 = 1 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, $J_2 = 2 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, $l_\Sigma = 3 \text{ м}$.



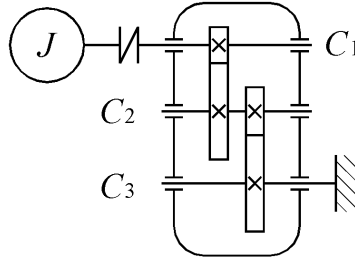
15) Жесткость одного метра стального каната C_k , а жесткость одного метра цепи C . Четыре метра каната соединили с двумя метрами цепи и полученную связку растягивают усилием P . Определить удлинение ΔX связки, если: $C_k = 1.5 \text{ кН/мм}$, $C = 0.3 \text{ кН/мм}$, $P = 300 \text{ кН}$.



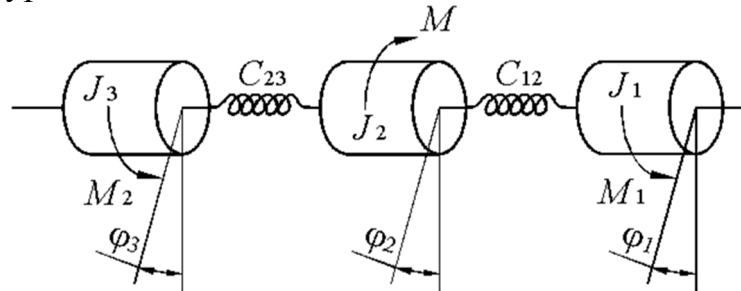
16) Стальной двухступенчатый вал имеет следующие размеры (рис.): $d_1 = 20 \text{ мм}$, $d_2 = 10 \text{ мм}$, $l_1 = 320 \text{ мм}$, $l_2 = 100 \text{ мм}$. Крутящий момент равен $M = 275 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Определить угол поворота концевого сечения вала, к которому приложен момент M .



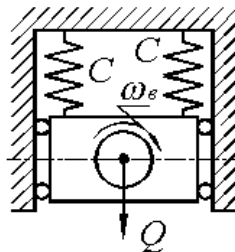
17) Определить приведенную жесткость валов двухступенчатого редуктора. Центр приведения – вал двигателя. Передаточное число ступеней редуктора – $i_{12} = 4$, $i_{23} = 5.6$. Жесткости валов редуктора соответственно равны $C_1 = 3.5 \text{ МН} \cdot \text{м/рад}$, $C_2 = 4.5 \text{ МН} \cdot \text{м/рад}$, $C_3 = 5.5 \text{ МН} \cdot \text{м/рад}$.



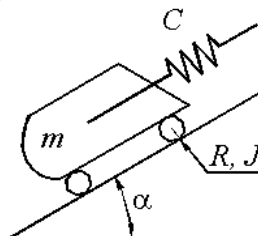
18) Составьте уравнения движения системы, показанной на схеме.



19) Машина подвешена на двух упругих связях жесткостью $C = 400 \text{ кН/см}$ каждая. Вес машины $Q = 1000 \text{ кН}$. Определить критическое число оборотов для этой системы.



20) На наклонном мосту скипового подъемника, установлен скип массой m , удерживаемый канатом жесткостью C . Считая, что каждая колесная пара тележки имеет момент инерции массы J , радиус колес R , а движение происходит без проскальзывания, определить собственную частоту колебаний скипа.



6.6 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Вульфсон, И. И. Динамика машин. Колебания : учебное пособие для вузов / И. И. Вульфсон. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 275 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04587-1. — Текст : электронный — URL: <https://urait.ru/bcode/538747> (дата обращения: 27.08.2024).

Дополнительная литература

1. Тимошенко, С.П., Янг, Д.Х., Уивер, У. Колебания в инженерном деле. - М.: Машиностроение, 1985. - 472 с. — URL: <https://dwg.ru/dnl/3030> (дата обращения: 29.08.2024).
2. Иванченко, И.Ф., Красношапка, В.А. Динамика металлургических машин.—М.: Металлургия. 1983. - 294 с. — URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01001170025> (дата обращения: 29.08.2024).
3. Кожевников, С.Н. Динамика нестационарных процессов в машинах. -К.: Наукова думка, 1986. - 288 с. — URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01002142437>
4. Коновалов, Л.В. Нагруженность, усталость, надежность деталей металлургических машин. -М.: Металлургия. 1981. — 280 с. — URL: https://openbooks.itmo.ru/ru/lib_book/51154/51154.pdf (дата обращения: 29.08.2024).

Учебно-методические материалы и пособия, используемые студентами при изучении дисциплины:

1. Методические указания к самостоятельному изучению курса «Динамика металлургических машин» (для студентов по направлению 6.050503 «Металлургическое оборудование») / Сост.:В. А. Козачишен – Алчевск: ДГМИ, 2009. — 28 с. — URL: <https://library.dontu.ru/download.php?rec=25927> (дата обращения: 29.08.2024).

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

- 1 Научная библиотека ДонГТУ – library.dstu.education
- 2 Электронная библиотека БГТУ им. Шухова – <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>
- 3 Электронно-библиотечная система «Консультант студента» — <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>
- 4 Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» – http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
- 5 Электронно-библиотечная система IPR BOOKS – [Сублицензионный договор с ООО "Научно-производственное предприятие "ТЭД КОМПАНИ", http://www.iprbookshop.ru/](http://www.iprbookshop.ru/)

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
"Количество посадочных мест – 38 шт. Доска для написания мелом - 1шт. Компьютер ПК на базе Intel(R) Pentium(R) Gold G6405 CPU @ 4.10GHz - 13 шт. Компьютер Intel Pentium(R)-4 CPU @2.40GHz - 1 шт. Компьютер ПК на базе Intel CeleronCPU @2.40GHz - 2шт. Компьютер Intel Pentium(R) Dual-Core CPU E5200 @2.50GHz - 1 шт. Мультимедийный проектор Acer - 1 Web камера - 1шт. Колонки (комплект) - 1 шт. Рециркулятор - 1 шт. Экран для проектора S`OK CINEMA MOTOSCREEN - 1 шт.	ауд. <u>222</u> корп. <u>1</u>

Лист согласования РПД

Разработал
Доц. кафедры машин
металлургического комплекса
(должность)


(подпись)

В.А. Козачишен
(ФИО)

Заведующий кафедрой машин
металлургического комплекса


(подпись)

Н.А. Денисова
(ФИО)

Протокол № 10
кафедры машин
металлургического комплекса

От 30 августа 2024 года

Декана факультета
горно-металлургической
промышленности и строительства


(подпись)

О.В. Князьков
(ФИО)

Согласовано

Председатель методической
комиссии по направлению подготов-
ки 15.03.02 Технологические машины
и оборудование («Металлургическое
оборудование»)


(подпись)

Н.А. Денисова
(ФИО)

Начальник учебно-методического
центра


(подпись)

О.А. Коваленко
(ФИО)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	