

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ФАКУЛЬТЕТ ИНЖЕНЕРНОЙ МЕХАНИКИ И МАШИНОСТРОЕНИЯ

**КАФЕДРА «МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗАВОДОВ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ»
ИМ. ПРОФ. СЕДУША В.Я.**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**к организации самостоятельной работы по дисциплине
вариативной части по выбору студента профессионального цикла**

ДИНАМИКА МАШИН

**для всех форм обучения
направления подготовки 15.03.02
«Технологические машины и оборудование»**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ФАКУЛЬТЕТ ИНЖЕНЕРНОЙ МЕХАНИКИ И МАШИНОСТРОЕНИЯ

**КАФЕДРА «МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗАВОДОВ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ»
ИМ. ПРОФ. СЕДУША В.Я.**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**к организации самостоятельной работы по дисциплине
вариативной части по выбору студента профессионального цикла**

ДИНАМИКА МАШИН

**для всех форм обучения
направления подготовки 15.03.02
«Технологические машины и оборудование»**

Рассмотрены на заседании
кафедры «Механическое оборудование
заводов черной металлургии»
им. проф. Седуша В.Я.
Протокол № 11 от 03.04.2017 г.

Утверждены на заседании
учебно-издательского совета ДОННТУ
Протокол № __ от __.__. 20__ г.

**Донецк
ДОННТУ
2017**

УДК 669. (075.8)

Методические указания к организации самостоятельной работы по дисциплине вариативной части по выбору студента профессионального цикла «Динамика машин» для студентов всех форм обучения направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» / сост.: А. Л. Сотников. – Донецк: ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», 2017. – 15 с.

Отображены цель и задачи самостоятельной работы студентов по курсу «Динамика машин» и последовательность действий студентов, направленных на достижение требуемых результатов в усвоении теоретического и практического материала.

Составители: Сотников А.Л., д.т.н., доцент, профессор кафедры «Механическое оборудование заводов черной металлургии» им. проф. Седуша В.Я.

Рецензенты: д.т.н., профессор А.П. Кононенко
к.т.н., доцент Е.В. Ошовская

Ответственный за выпуск:
д. т. н., профессор С. П. Еронько

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	4
1. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ПИТАННЯ	5
2. ОСНОВИ ПРИКЛАДНОЇ ДИНАМІКИ МАШИН	6
2.1. Загальні відомості про динамічні навантаження металургійних машин	6
2.2. Основні положення прикладної динаміки машин	7
2.3. Складання рівнянь руху системи. Визначення основних характеристик механічних систем. Стійкість станів рівноваги і руху	7
3. ДИНАМІЧНІ ПРОЦЕСИ В МЕТАЛУРГІЙНИХ МАШИНАХ.....	9
3.1. Динамічні навантаження і вплив на головну лінію привода та робочу кліть прокатного стану.....	9
3.2. Динамічні процеси в безперервних прокатних станах.....	10
3.3. Способи зниження динамічних навантажень	10
4. ЕКЗАМЕНАЦІЙНІ ПИТАННЯ З ДИСЦИПЛІНИ "ДИНАМІКА МЕТАЛУРГІЙНИХ МАШИН"	12
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	14

ПЕРЕДМОВА

Метою дисципліни "Динаміка металургійних машин" є вивчення науково-теоретичних основ характеру динамічних явищ, що виникають у перехідні періоди роботи металургійної машини, способів визначення динамічних сил та моментів в ланках машини, та отримання навиків використання сучасної обчислювальної техніки при розв'язанні задач динаміки машин.

Метою самостійної роботи з дисципліни є вивчення матеріалу, який не увійшов до основного лекційного матеріалу, але є обов'язковим.

В методичних рекомендаціях приведено основні питання для самостійного вивчення матеріалу із наступних тем дисципліни:

1. Основи прикладної динаміки машин;
2. Динамічні процеси в металургійних машинах.

1. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ПИТАННЯ

Протягом навчального семестру кожен студент самостійно повинен систематично проробляти теоретичні матеріали, які викладаються на лекційних заняттях з дисципліни "Динаміка металургійних машин". При вивченні дисципліни студент повинен керуватися робочою програмою, навчально-методичними матеріалами та рекомендаціями викладача дисципліни.

Основним методом вивчення дисципліни повинно бути самостійне вивчення матеріалу відповідно з рекомендованими літературними джерелами. При цьому потрібно користуватися спеціальною літературою з дисципліни, а також монографіями і періодичними виданнями.

Студенти повинні доповнювати конспект лекцій матеріалами з літературних джерел до обсягу, який дає ясне уявлення про конструкцію, роботу і розрахунок динамічних характеристик металургійних машин із приведенням розрахункових схем, з послідовним викладенням методу розрахунку.

2. ОСНОВИ ПРИКЛАДНОЇ ДИНАМІКИ МАШИН

2.1. Загальні відомості про динамічні навантаження металургійних машин

Основні питання: Історія розвитку науки про динаміку. Загальні відомості про динамічні навантаження металургійних машин. Перевантажувальні грейферні козлові крани (рудні двори доменних цехів). Механізм повороту кисневих конверторів. Безперервні прокатні стани. Обтискні стани. Загальні властивості металургійних машин. Основні напрямки зниження динамічності металургійних машин.

Література: [1, с. 350-430; 2, с. 71-73, с. 87-89].

Контрольні питання:

1. Які основні задачі курсу "Динаміка металургійних машин"?
2. Основні шляхи збільшення ефективності металургійного обладнання.
3. Назвіть динамічні особливості при пуску козлового грейферного крану.
4. Які конструктивні заходи застосовують у механізмах кисневих конвертерів для зниження динамічних навантажень?
5. Які динамічні процеси відбуваються при прокатці смуг на безупинних станах?
6. Назвіть особливості роботи обтискних станів.
7. Які обов'язкових три елементи включає динамічна модель будь-якої машини?
8. Назвіть основні напрямки зниження динамічності металургійних машин.

2.2. Основні положення прикладної динаміки машин

Основні питання: Коливання і удар в елементах конструкцій металургійних машин. Основні закони динаміки. Схематизація механічної системи. Число ступенів вільності механічної системи. Класифікація сил.

Література: [1, с.7-13; 2, с.73-86; 3, с.26-51; 4, с. 10-49].

Контрольні питання:

1. Дайте визначення механічним коливанням і механічним ударам.
2. Які види коливань ви знаєте?
3. Назвіть чотири основних закони динаміки.
4. У чому розходження між динамічними і статистичними моделями механічної системи?
5. Які види схематизації механічних систем існують?
6. Дайте визначення зосередженої маси, зосередженої сили і пружного механічного зв'язку.
7. Що входить у математичну модель реальної механічної системи?
8. Чим визначається число ступенів вільності механічної системи?
9. Що називають характеристикою жорсткості та що називають коефіцієнтом жорсткості?

2.3. Складання рівнянь руху системи. Визначення основних характеристик механічних систем. Стійкість станів рівноваги і руху

Основні питання: Способи складання рівнянь руху. Основне рівняння вільних коливань лінійної системи. Основні характеристики механічних систем. Стійкість станів рівноваги і режимів руху.

Література: [1, с.13-50; 4, с. 124-131, 22-61].

Контрольні питання:

1. Які існують способи складання диференціальних рівнянь руху механічної системи?
2. Складіть і вирішите диференціальне рівняння руху для системи з однією масою і пружним зв'язком, котра робить вільні коливання.
3. Що розуміють під періодом і фазою коливань?
4. Що називають власною частотою коливань системи?
5. Як визначаються коефіцієнти жорсткості для систем з послідовним і рівнобіжним розташуванням пружних зв'язків?
6. Як визначити стійкість рівноважного стану системи?
7. Як визначити стійкість системи, що знаходиться в русі?

3. ДИНАМІЧНІ ПРОЦЕСИ В МЕТАЛУРГІЙНИХ МАШИНАХ

3.1. Динамічні навантаження і вплив на головну лінію привода та роботу кліть прокатного стану

Основні питання: Хитливий процес прокатки і його динамічних впливів на головну лінію прокатного стану. Колювання низької частоти. Автоколювання, близькі до гармонійних. Релаксаційні автоколювання. Вплив динамічного навантаження на зміну пружної деформації робочої кліті та точність прокату.

Література: [1, с. 84-106, 232-238].

Контрольні питання:

1. Назвіть види буксування валків при прокатці.
2. У чому полягає основна причина хитливого процесу прокатки?
3. Які причини виникнення буксування валків?
4. Проаналізуйте вплив одного з факторів на виникнення буксування.
5. У яких випадках у приводних лініях станів виникають колювання низької частоти при пробуксовці валків?
6. Як визначити частоту зривів і захоплень металу валками при хитливому процесі прокатки?
7. Які види автоколювань виникають при пробуксовці валків?
8. Назвіть характерні риси автоколювань.
9. Назвіть причини виникнення автоколювань.
10. Дайте приклад осцилограми релаксаційних автоколювань.
11. Які фактори впливають на зміну тиску при прокатці?
12. Складіть диференціальне рівняння руху робочої кліті при прокатці.
13. Проаналізуйте залежність пружної деформації кліті від геометричних параметрів робочої кліті.

3.2. Динамічні процеси в безперервних прокатних станах

Основні питання: Аналіз виходу з стану рівноваги однієї кліти стану. Складання рівнянь руху. Аналіз динамічних процесів в стані.

Література: [1, с. 226-232].

Контрольні питання:

1. У чому полягають особливості прокатки в безупинних станах з погляду динамічних процесів?
2. Які фактори необхідно враховувати при динамічному аналізі процесу прокатки в безупинних групах?
3. Проаналізуйте поведінку робочих клітей у безупинній групі, якщо одна з них вийшла зі стаціонарного режиму руху.
4. Як пояснити виникнення двочастотних коливань?
5. Який вид коливань найчастіше виникає в безупинних станах відповідно до експериментальних досліджень?

3.3 Способи зниження динамічних навантажень

Основні питання: Принципи дії віброізоляторів, поглиначів (демпферів) і амортизаторів. Віброізолятори. Поглиначі коливань (демпфери). Динамічні гасителі коливань. Амортизатори, буфери. Запобіжні пристрої.

Література: [4, с. 198-219].

Контрольні питання:

1. Назвіть основні способи зниження динамічних навантажень в області обладнання, в області технології й в області автоматизації.

2. На яких теоретичних положеннях ґрунтуються віброізолятори і поглиначі коливань?
3. Які існують системи віброізоляції?
4. Назвіть найбільш розповсюджені варіанти установки віброізоляторів.
5. Які існують схеми поглиначів коливань?
6. Назвіть основні типи ударних демпферів.
7. У чому полягає принципова відмінність амортизаторів і буферів?
8. Пояснить основні конструктивні виконання амортизаторів і буферів.
9. Назвіть типи запобіжних пристроїв?
10. Які типи запобіжних пристроїв дістали найбільшого поширення в металургійних машинах?
11. Пояснить варіанти конструктивного виконання запобіжників, що саморуйнуються.

4. ЕКЗАМЕНАЦІЙНІ ПИТАННЯ З ДИСЦИПЛІНИ "ДИНАМІКА МЕТАЛУРГІЙНИХ МАШИН"

1. Основні завдання динаміки машин.
2. Складання розрахункових схем механізмів.
3. Приведення сил в розрахункових схемах механізмів.
4. Приведення у розрахункових схемах механізмів.
5. Приведення жорсткостей у розрахункових схемах механізмів.
6. Визначення сумарної жорсткості при послідовному і паралельному з'єднанні пружних елементів.
7. Жорсткість і податливість, види, визначення.
8. Класифікація приводних механічних систем.
9. Етапи розрахунку динамічних навантажень.
10. Метод Даламбера складання рівнянь руху.
11. Метод Лангранжа складання рівнянь руху.
12. Динаміка жорстких механічних систем.
13. Механічні характеристики приводу.
14. Рішення диференціальних рівнянь методом чисельного інтегрування.
15. Динаміка поворотного жолоба. Визначення моменту опору.
16. Динаміка поворотного жолоба. Послідовність динамічного дослідження.
17. Динаміка поворотного жолоба. Визначення приведенного моменту інерції.
18. Динаміка поворотного жолоба. Графоаналітичне динамічне дослідження.
19. Метод графічного диференціювання.
20. Двомасова система з абсолютно жорстким зв'язком.
21. Двомасова система з пружним зв'язком. Диференціальне рівняння зусилля в пружного зв'язку.

22. Двомасова система з пружним зв'язком. Рішення диференціального рівняння щодо зусилля в пружного зв'язку.
23. Двомасова система з пружним зв'язком. Переміщення, швидкість і прискорення мас.
24. Двомасова система з обертовим елементами. Схема і виведення рівнянь руху.
25. Двомасова система з обертовим елементами. Рішення рівняння руху.
26. Динамічні коливання при лінійній залежності наростання навантаження.
27. Коефіцієнт динамічності.
28. Вплив зазорів на зусилля в пружних ланках - 1-й етап руху.
29. Вплив зазорів на зусилля в пружних ланках - 2-й етап руху.
30. Вплив зазорів на зусилля в пружних ланках - 3-й етап руху.
31. Зазори в двухмассовой системі при обертальному русі.
32. Вибір двигуна і передавального відношення редуктора для машин короткочасного режиму роботи.
33. Умови проектування машин і відповідні рівняння руху.
34. Виведення рівняння руху при заданому прискоренні ведучої ланки.
35. Виведення рівняння руху при заданому часу циклу.
36. Виведення рівняння руху при мінімальному часі циклу.
37. Принцип вирішення завдань при виборі двигуна і передавального відношення редуктора.
38. Удар і зусилля в ланках машин. Вихідні передумови.
39. Розрахункові схеми і моделі удару.
40. Вибір типу і параметрів моделей удару.
41. Визначення швидкості тіл після удару.
42. Динамічний розрахунок зникаючого упору.
43. Кантування злитка на робочому рольгангу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Головна:

1. Динамика и прочность прокатного оборудования / Ф.К. Иванченко, П.И. Полухин, М.А. Тылкин, В.П. Полухин. – М.: Металлургия, 1970. – 486 с.
2. Машины и агрегаты металлургических заводов. В 3-х томах. Т.3. Машины и агрегаты для производства и отделки проката: Учебник для вузов/ Целиков А.И., Полухин П.И., Гребеник В.М. и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1988. – 680 с.
3. Когаев В.П. Расчеты на прочность при напряжениях, переменных во времени. – М.: Машиностроение, 1977. – 232 с.
4. Розрахунок машин і механізмів прокатних цехів: Навч. посібник / Ф.К. Иванченко, В.М. Гребеник, В.І. Ширяев. – К.: Вища школа, 1995. – 455 с.

Допоміжна:

5. Левин М.З., Седуш В.Я. Механическое оборудование доменных цехов. – Киев-Донецк: Вища школа, 1978. – 176 с.
6. Адамия Р.Ш., Лобода В.М. Основы рационального проектирования металлургических машин. – М.: Машиностроение, 1984. – 128 с.
7. Комаров М.С. Динамика механизмов и машин. – М.: Машиностроение, 1969. – 296 с.
8. Кожевников С.Н. Динамика нестационарных процессов в машинах. – Киев.: Наукова думка, 1986. – 288 с.