



Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



Тяговий привод рухомого складу (механічна частина)

Шифр та назва спеціальності
141 – електромеханіка

Освітня програма
Електричний транспорт

Рівень освіти
Бакалавр

Семестр
6

Інститут
ННІ Енергетики, електроніки та
електромеханіки

Кафедра
Електричного транспорту та
тепловозобудування (125)

Тип дисципліни
Профільна підготовка (вибіркова)

Мова викладання
Українська,

Викладачі, розробники



Якунін Дмитро Ігорович

dmytro.iakunin@kpi.edu.ua

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри електричного транспорту та тепловозобудування НТУ «ХПІ»

Досвід роботи у НТУ "ХПІ" – понад 20 років. Автор та співавтор понад 40 наукових та методичних публікацій. Курси: «Тяговий привод рухомого складу (механічна частина)», «Автономні енергетичні пристрої», «Акредитація, випробування та сертифікація засобів залізничного транспорту», «Акредитація, випробування та сертифікація засобів електричного транспорту».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](https://web.kpi.kharkov.ua/ett/sklad/)

<https://web.kpi.kharkov.ua/ett/sklad/>

Загальна інформація

Анотація

В рамках курсу розглядається тяговий привод рухомого складу залізниць як комплекс засобів перетворення енергії, призначених реалізувати силу тяги у контакті колесо-рейка.

Мета та цілі дисципліни

Мета вивчення дисципліни – теоретично і практично підготувати інженерів даних спеціальностей щодо теоретичних і практичних знань по конструкції, вимогах та засобах розрахунку тягового приводу локомотивів. Набути навичок геометричного, міцносного і ресурсного (по зносостійкості) розрахунку елементів тягового приводу..

Формат занять

Лекції, практичні роботи, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – екзамен.

Компетентності

- K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.
K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
K03. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
K05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
K06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
K08. Здатність працювати автономно.
K12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.
K20. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
K23 Здатність розробляти прості конструкції електроенергетичних, електромеханічних і електротехнічних об'єктів та оцінювати механічну міцність розроблених конструкцій.
K24. Здатність використовувати сучасні методи розрахунків, моделювання, проектування та аналізу режимів роботи електричних машин, електричних апаратів, електричного обладнання залізниць та їхніх складових.
K25. Здатність визначати та обґрунтовувати технічні рішення, створювати технологічні процеси, необхідні для виробництва, експлуатації, обслуговування та ремонту електричних машин, електричних апаратів, електричного обладнання залізниць.

Результати навчання

- ПР06. Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.
ПР07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.
ПР10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.
ПР18. Уміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.
ПР20. Вирішувати професійні задачі з проектування, монтажу та експлуатації електроенергетичних, електротехнічних, електромеханічних комплексів та систем.
ПР22. Знати та вміти розробляти прості конструкції електроенергетичних і електротехнічних об'єктів та оцінювати механічну міцність розроблених конструкцій.
ПР24. Знати та використовувати пакети прикладних програм для проведення практичних розрахунків електричних машин, електричних апаратів, електропобутової техніки, електричного обладнання залізниць та їхніх складових.
ПР25. Знати особливості фізичних процесів та характеристик, що супроводжують роботу електричних машин, електричних апаратів, електропобутової техніки, електричного обладнання залізниць.
ПР26. Уміти обґрунтовувати прийняті рішення в процесі проектування, виготовлення, експлуатації, обслуговування та ремонту електричних машин, електричних апаратів, електропобутової техніки, електричного обладнання залізниць.
ПР27. Знати принципи структурної та функціональної організації електричних машин, електричних апаратів, електропобутової техніки, електричного обладнання залізниць.
ПР28. Уміти користуватись технічною документацією, яка супроводжує процеси проектування, виробництва, експлуатації, обслуговування, випробування, контролю, ремонту електричних машин, електричних апаратів, електропобутової техніки, електричного обладнання залізниць.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 90 год. (3 кредити ECTS): лекції – 24 год., практичні роботи – 12 год., самостійна робота – 54 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: «Деталі машин», «Загальний курс залізниць», «Теорія тяги поїздів», «Механічна частина рухомого складу»

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. На практичних заняттях використовується проєктний підхід до навчання, ігрові методи, акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Тягові передачі та їх елементи

Загальні відомості про тягові передачі потужності. Типи передач. Переваги та недоліки різних типів передач. Вимоги до тягової характеристики локомотива. Силові схеми передач потужності. Залежність параметрів і характеристик передач від тягових параметрів локомотива і умов руху. Вимоги до передач вантажних, пасажирських та маневрово-вивізних локомотивів. Їх принципові відмінності.

Тема 2. Особливості тягового приводу колісних пар 1 класу

Опорно-осьовий тяговий привід. Конструкція підвіски електродвигуна на раму візка. Моторно-осьові підшипники. Підвішування електродвигуна до рами візка. Підвіска опорно-осевого тягового приводу вантажних електровозів. Тягова зубчаста передача. Пружні зубчасті колеса.

Тема 3. Особливості тягового приводу колісних пар 2 класу

Установка тягового двигуна на підресорені частини локомотиву. Конструктивні виконання тягових муфт. Муфти подовжньої компенсації. Гумокордна муфта. Схеми виникнення осьових сил, які діють на фланці муфти і вали для різних конструкцій муфти. Компонування передачі II класу з порожнистим валом тягового двигуна. Муфта подовжньої компенсації з торсіонним валом. Муфти поперечної компенсації. Урівноважена шарнірно-повідкова муфта. Особливості конструкції корпусу редуктора і підшипникових вузлів. Схеми навантаження підшипників опорного вузла редуктора. Підвіски редуктора і кріплення двигуна. Розрахункова схема блоку амортизатора підвіски. Конструкція кріплення тягового двигуна електропоїздів.

Тема 4. Особливості тягового приводу колісних пар 3 класу

Опорно-рамний тяговий привід. Зниження безпружинних мас локомотиву. Особливості конструкції тягового приводу класу III. Порожнистий вал. Муфти поперечної компенсації для приводу 3 класу. Шарнірно-повідкова муфта поперечної компенсації. Шарнірно-важільна муфта. Муфти подовжньої компенсації. Муфта Жакмен. Особливості передачі Жакмен. Кінематична похибка. Тягова передача приводу класу III фірми «Сіменс». Тяговий привод класу III фірми ВВС. Особливості групового приводу. Бічний знімний редуктор електровоза. Тяговий привод мономоторного візка електровоза. Привод класу III з подовжньо розташованим опорно-рамним двигуном. Знімний редуктор електровоза. Візок з осьовими редукторами для моторних вагонів М77 Паризького метро.

Теми практичних занять

Тема 1. Порядок проектування тягової передачі.

Обрання величини швидкості локомотива при тривалому режимі тяги залежно від його призначення. Розрахунки потужності. Обрання елементів передачі. Визначення параметрів редуктора. Перевірка конструктивних обмежень. Компонівка приводу коліс. Розрахунок тягової характеристики.

Тема 2. Розрахунок тягового приводу 1 класу.

Отримання початкових даних. Структурна схема тягового приводу. Обґрунтування вибору тягової передачі. Розрахунок основних параметрів і компонування тягової передачі. Передатне число у редуктора. Максимальна кількість обертів тягового двигуна. Модуль зубчастої передачі. Момент на колісній парі. Діаметри та кількість зубів шестерні та зубчастого колеса. Міжосьова відстань передачі. Ескіз компонування тягової передачі.

Тема 3. Розрахунок тягового приводу 2 класу.

Отримання початкових даних. Структурна схема тягового приводу. Обґрунтування вибору тягової передачі. Розрахунок основних параметрів і компоновання тягової передачі. Передатне число u редуктора. Максимальна кількість обертів тягового двигуна. Модуль зубчастої передачі. Момент на колісній парі. Діаметри та кількість зубів шестерні та зубчастого колеса. Схема сполучення елементів тягової передачі в приводі другого класу. Міжосьова відстань передачі. Особливості компоновання приводу 2 класу. Ескіз компоновання тягової передачі.

Тема 4. Розрахунок тягового приводу 3 класу.

Отримання початкових даних. Будова тягового приводу. Обрання класу тягової передачі. Особливості опорно-рамного підвищення тягових двигунів та редукторів. Обрання схеми тягової передачі. Розрахунок основних параметрів і компоновання тягової передачі. Передатне число u редуктора. Максимальна кількість обертів тягового двигуна. Модуль зубчастої передачі. Момент на колісній парі. Діаметри та кількість зубів шестерні та зубчастого колеса. Схема сполучення елементів тягової передачі в приводі третього класу. Міжосьова відстань передачі. Вимоги до компоновання приводу 3 класу. Ескіз компоновання тягової передачі.

Тема 5. Порівняння динамічних властивостей різних схем тягових приводів електровозів.

Початкові положення. Порівняння по динамічному моменту в передачі. Порівняння по прискореннях остову тягового двигуна. Порівняння по вертикальних прискореннях елементів обмотки якоря. Порівняння по динамічних силах, що передаються на візок. Порівняння по куту деформації закручування шарнірів карданної муфти. Порівняння по вертикальних прискореннях корпусу редукторів. Порівняння по впливу приводів на вертикальні сили взаємодії локомотиву і шляху. Порівняння по додатковому прослизанню колеса відносно рейки і контактній напрузі в ньому.

Теми лабораторних робіт

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені

Самостійна робота

Курс передбачає виконання розрахункових завдань та розрахунку окремих параметрів тягового приводу 1, 2 та 3 класу. Результат розрахунків оформлюється у письмовий звіт.

Студентам також рекомендуються додаткові матеріали (відео, статті) для самостійного вивчення та аналізу.

Література та навчальні матеріали

«Основна література»

1. Боднар, Б. Є. Теорія та конструкція локомотивів. Екіпажна частина : підручник. Дніпро : ПП Ліра ЛТД, 2009. 284 с.
2. Зайончковський В.М. та ін. Загальна будова, теплові розрахунки енергетичних установок і питання технології виготовлення екіпажної частини тепловозів [Текст]: навч. посібник / В. М. Зайончковський, В. Г. Маслієв, Д. І. Якунін, – Харків: НТУ "ХПІ", 2008. – 196 с.
3. Гетьман Г. К., Голік С. М. Тягові передачі електрорухомого складу : навч. посіб. Дніпро : Стандарт-Сервіс, 2020. 258 с. ISBN 978-617-7382-23-1.
4. Попович М. Г. Теорія електропривода: Підручник / За ред. Поповича М. Г. –К.:Вища школа, 1993. – 494с.
5. Основи електричної тяги: навч. посіб. / В. Х. Далека, П. М. Пушков, В. П. Андрійченко, Ю. В. Мінеєва. Харків : ХНАМГ, 2012. 312 с.
6. Біліченко, М.Я. Транспорт на гірничих підприємствах / М.Я. Біліченко, Г.Г. Півняк, О.О. Ренгевич [та ін.]. Підручник для вузів. – 3-є вид. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2005. – 636 с.

«Додаткова література»

1. Любарский, Б. Г. Тяговый привод для высокоскоростного подвижного состава [Текст] / Б.Г. Любарский, Д.Ю. Зюзин, Е.С. Рябов, Т.В. Глебова // Вісник Національного технічного університету

«Харківський політехнічний інститут»: зб. наук. праць «Нові рішення в сучасних технологіях». – Харків: НТУ «ХПІ», 2006. – №42. – С. 72-77.

2. Конструкція та динаміка електричного рухомого складу: підручник / С. В. Панченко, М. М. Бабаєв, В. С. Блиндюк та ін. Харків: УкрДУЗТ, 2018. Ч. 1. 280 с.

3. Інструкція з формування, ремонту та утримання колісних пар тяго-вого рухомого складу залізниць України колії 1520 мм. ВНД 32.0.07.001-2001. – Київ, 2001.

4. Груник І. С. Удосконалення системи змащення моторно-осьових підшипників локомотивів шляхом використання електростатичного поля : автореф. Дис.. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : І. С. Груник. – Київ, 2013. – 22 с.

5. Блохін, Є. П. Високошвидкісний наземний транспорт світу [Текст]: підручник / Є.П. Блохін, О.М. Пшінько. – Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетровського нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2009. – 240 с.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді екзамену (40%) та поточного оцінювання (60%).

Екзамен: усна доповідь.

Поточне оцінювання: 2 модульні тести та 2 розрахункові завдання (по 15%).

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

Дата погодження, підпис

Завідувач кафедри
Борис ЛЮБАРСЬКИЙ

Дата погодження, підпис

Гарант ОП
Олена ЮР'ЄВА