



СИЛАБУС
з дисципліни
Двигуни внутрішнього згорання

Семестр та рік навчання V семестр, 3-й рік навчання

Освітній рівень (перший або другий) перший

Галузь знань 14 Електрична інженерія

Шифр та назва спеціальності 144 Теплоенергетика

Лекції та практичні заняття відповідно до розкладу <http://rasp.kart.edu.ua>

Команда викладачів:

Лектор:

Шкрегаль Олександр Миколайович, к.т.н., доцент

Контакти: +38 (050) 233 00 41

e-mail: shkregall@ukr.net , shkregal@kart.edu.ua

Асистенти лектора:

Шкрегаль Олександр Миколайович, к.т.н., доцент

Контакти: +38 (050) 233 00 41

e-mail: shkregall@ukr.net , shkregal@kart.edu.ua

Години прийому та консультації: вівторок з 13.00-15.00

Розміщення кафедри: місто Харків, майдан Фейєрбаха, 7, 2 корпус, 4 поверх, ЛТТ44 аудиторія.

Веб сторінка курсу: <http://do.kart.edu.ua/>

Додаткові інформаційні матеріали: <http://metod.kart.edu.ua>

На сьогоднішній день тепловози поширені на всій мережі вітчизняних залізниць і виконують близько 98% маневрової роботи і близько 40% обсягу пасажирських і вантажних перевезень. При цьому тепловозні дизель-генератори є одними з основних силових установок, що застосовуються на залізничному транспорті. У той же час, безперервно посилюються вимоги до екологічних показників поршневих двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ), зростаючі вимоги до паливної економічності і іншим експлуатаційно-технічними характеристиками викликають необхідність постійного вдосконалення ДВС.

Пререквізити дисципліни: базові знання з дисциплін: фізики, хімії, вищої математики, теоретичної механіки, деталей машин, обчислювальної техніки, інженерної графіки, технічної термодинаміки, гідрогазодинаміки, теорії тепло масообміну, палива та теорії горіння, теплотехнічних вимірів, нагнітачів та турбін.

Компетентності, які студент набуде в результаті навчання:

- здатність визначити серію, призначення та основні техніко-економічні та екологічні характеристики дизелів тепловозів; - знати будову і кінематичні схеми дизелів тепловозів та енергетичні ланцюги використання потужності ДВЗ; - знати основи робочого процесу дизелів та методи їх форсування; - знати основні стендові енергетичні показники ефективності використання дизелів тепловозів та аналогічні експлуатаційні показники;

- вміти визначити приладову базу, необхідну для комплектування випробувальних стендів ДВЗ; - вміти використовувати методики для визначення питомих витрат дизельного палива на одиницю потужності дизеля чи транспортної роботи тепловоза;

- володіти інформацією про сучасні досягнення провідних виробників транспортних ДВЗ в області енергетичних та витратних характеристик.

Чому ви маєте обрати цей курс?

Метою вивчення даного курсу є підготовка кваліфікованих інженерних фахівців, здатних ефективно використовувати основи теорії двигунів внутрішнього згорання, особливості їх конструкції, кінематики і динаміки. Набуття знань з теорії робочих процесів сучасних транспортних та стаціонарних ДВЗ з газотурбінним наддувом, методів їх розрахунку на комп'ютері, шляхи зниження витрат палива та шкідливих викидів з відпрацьованими газами.

Завдання дисципліни привити студентам навички розрахунку, конструювання та випробування двигунів внутрішнього згорання, оцінки їх технічних характеристик, що дозволить: - використовувати усі необхідні розрахунки щодо основних параметрів та показників робочих процесів ДВЗ, улаштування їх основних вузлів та деталей; робити вибір ДВЗ для стаціонарних або пересувних електричних станцій, для силових установок

локомотивів, дизель-потягів та ін.; використовувати знання з теорії та конструкції ДВЗ при експлуатації стаціонарних, тепловозних та інших дизелів.

Огляд курсу

Курс складається з одного семестру, вивчається з вересня по грудень. В семестрі одна лекція на тиждень, одна лабораторна робота на тиждень та одна практична робота раз на два тижні.

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Двигуни внутрішнього згоряння» є визначення ролі ДВЗ у світовій енергетиці, основних робочих процесів, які протікають у ДВЗ при перетворенні теплової енергії згоряння палива у механічну роботу; методів і практичних навичок розрахунку і аналізу робочих процесів ДВЗ; принципів роботи, конструкції основних вузлів та систем ДВЗ, засобів підвищення ефективності ДВЗ.

Методи навчання: практичний, наочний, словесний.

Форми навчання: індивідуальні, групові, аудиторні, позааудиторні.

Тематично-календарний план

Теми лекційних занять

Тиждень	Тема лекцій	Кількість годин	Результати навчання
Змістовний модуль 1			
1	Загальні відомості про двигуни внутрішнього згоряння	2	Знати стратегію розвитку двигунобудування і залізничного транспорту та класифікацію двигунів. Розуміти переваги і недоліки поршневих двигунів. Усвідомлювати місце ДВЗ в світовій енергетиці
2	Темодинамічні цикли поршневих ДВЗ	2	
3	Робочі тіла в ДВЗ, їх властивості та реакції згоряння	2	Знати закономірності та найбільш ефективні методи перетворення хімічної енергії палив в механічну роботу ДВЗ. Володіти навичками визначення параметрів робочих тіл під час використання в двигунах різних видів палив та вміти аналізувати їх властивості.
4	Дійсні цикли двигунів внутрішнього згоряння	2	Знати взаємозв'язок та взаємозумовленість процесів, які відбуваються в циліндрі ДВЗ під час реалізації дійсного циклу. Розуміти суть та призначення кожного з процесів дійсного циклу. Вміти н
5	Процес стиску	2	Знати суть процесів. Володіти навичками визначення параметрів процесів впуску та стиску. Розуміти, що правильний вибір виду середньої величини є запорукою адекватного аналізу.
6	Процес сумішоутворення і згоряння	2	Розуміти переваги і недоліки застосовуваних методів організації робочих процесів різних видів ДВЗ під час роботи на різних паливах. Вміти аналізувати процеси сумішоутворення та володіти навичками визначення параметрів процесів згоряння

7	Процес розширення	2	Володіти навичками визначення параметрів процесів розширення і випуску. Володіти навичками визначення та аналізу індикаторних показників робочого циклу та ефективних показників двигуна. Знати сучасні методи покращення показників двигуна
8	Процес випуску	1	
Змістовний модуль 2			
9	Показники робочого циклу і двигуна	2	Розуміти суть та значення теплових втрат в двигунах та способи їх зменшення. Усвідомлювати вплив викидів шкідливих речовин на навколишнє середовище. Вміти кількісно виміряти рівень викидів токсичних компонентів.
10	Тепловий баланс і теплова напруженість ДВЗ	2	
11	Сили та моменти в кривошипно-шатунних механізмах поршневих ДВЗ.	4	Розуміти суть кінематики КШМ, отримати навички розрахунку кінематичних параметрів. Знати, які сили і моменти діють КШМ та вміти їх визначати.
12	Зосереджені маси в кривошипно-шатунних механізмах поршневих ДВЗ.	2	
13	Розрахунок нерівномірності обертання колінчастого валу	2	
14	Зрівноваження двигунів внутрішнього згоряння	2	Знати, які сили і моменти викликають незрівноваженість двигуна. Способи зрівноважування. Вміти оцінювати зрівноваженість двигунів. Знати заходи щодо зрівноважування двигунів.
15	Зрівноваження одноциліндрового ДВЗ	1	
Всього		30	

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми
1	Методика розрахунку робочого процесу чотирьохактного дизеля з ГТН.
2	Попередні допоміжні розрахунки. Розрахунок поточних об'ємів циліндрів ДВЗ, та протитиску за циліндром за спрощеною методикою.
3	Розрахунок процесу газообміну за спрощеною методикою
4	Розрахунок процесу стискування за спрощеною методикою
5	Розрахунок процесу горіння-розширення за методом проф. В.І. Гриневецького

6	Визначення параметрів розрахункового циклу ДВЗ та накреслення індикаторної діаграми.
7	Ознайомлення з програмою розрахунку робочого процесу ДВЗ на ПК

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми
1	Загальна будова і основні параметри поршневих ДВЗ.
2	Кривошипно-шатунний механізм.
3	Механізм газорозподілу.
4	Система живлення дизелів.
5	Система охолодження.
6	Система мащення.
7	Теплобалансові випробування двигуна внутрішнього згорання

Теми для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми
1	Термодинамічні цикли ДВЗ. Реальні цикли ДВЗ.
2	Шляхи підвищення ефективної потужності ДВЗ.
3	Методика спрощеного розрахунку робочого циклу дизеля з газотурбінним наддувом.
4	Оцінка параметрів наприкінці газообміну у двотактних ДВЗ.
5	Визначення параметрів робочого тіла наприкінці та при протіканні процесу стискування.
6	Засоби сумішоутворення у дизельних ДВЗ. Визначення показника політропи процесу розширення. Визначення параметрів робочого тіла наприкінці та при протіканні процесу розширення.
7	Визначення середньої температури випускних газів для рівняння Рато.
8	Матеріали для виготовлення деталей поршневої та шатунної групи. Конструкція колінчатих валів. Засоби виготовлення та матеріали, які використовуються для виготовлення колінчатих валів.
9	Противаги, антивібратори та демпфери.
10	Різновиди остову. Трьох, двох та одно роз'ємні остови. Блок циліндрів, рама, картер, циліндри, головки або кришки циліндрів. Ливарні та зварні остови. Остови з несучим картером та з несучою рамою
11	Механізм газорозподілу у двотактних та чотирьохтактних ДВЗ.
12	Системи мащення та охолодження ДВЗ.
13	Паливний насос високого тиску та його робота.
14	Експлуатаційні, реостатні та ходові випробування.

Інформаційні матеріали

Методичне забезпечення

Круshedольський О.Г., Корогодський В.А., Василенко О.В. Теорія та конструкція двигунів внутрішнього згорання. Методичні вказівки для виконання контрольної роботи, курсового проекту та лабораторних робіт для студентів спеціальності “теплоенергетика”, Харків: УкрДАЗТ, 2013. 75 с.

Базова література

1. Симсон А.Э. Тепловозные двигатели внутреннего сгорания [Текст] / Симсон А.Э., Хомич А.З., Куриц А.А. и др. - М.: Транспорт, 1987.
2. Круshedольський О.Г. Моделювання робочих процесів транспортних дизелів на експлуатаційних режимах: Навч. посібник / О.Г. Круshedольський. - Харків: УкрДАЗТ, 2006. - 218 с.
3. Алексеев В.П. Двигатели внутреннего сгорания: Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей: Учебник для студентов Вузов по специальности "Двигатели внутреннего сгорания" / В.Ф. Воронин, Л.В. Грехов и др.; Под общ. ред. А.С. Орлина, М.Г.Круглова. - М.:Машиностроение, 1990. 288 с.

Додаткова

1. Вырубов Д.Н. Двигатели внутреннего сгорания. Теория рабочих процессов поршневых и комбинированных двигателей [Текст] / Вырубов Д.Н., Иващенко Н.А., Ивин В.И. и др.; под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. - М.: Машиностроение, 1983. - 372 с.
2. Вырубов Д.Н. Двигатели внутреннего сгорания. Конструкция и расчет поршневых и комбинированных двигателей [Текст]/ Вырубов Д.Н. Ефимов С.И., Иващенко Н.А. и др.; под ред. А.С.Орлина, М.Г.Круглова. - М.: Машиностроение, 1984. - 384 с.
3. Ефимов С.И. Двигатели внутреннего сгорания. Системы поршневых и комбинированных двигателей [Текст]/ С.И. Ефимов, Н.А. Иващенко, В.И. Ивин; под ред. А.С. Орлина, М.Г.Круглова. - М.: Машиностроение, 1985. - 456 с.
4. Глаголев Н.М. Тепловозные двигатели и газовые турбины [Текст] / Глаголев Н.М., Куриц А.А., Водолажченко В.В. и др. - М.: Транспорт, 1973. - 336 с.
5. Симсон А.Э. Газотурбинный наддув дизелів [Текст] / А.Э. Симсон - М.: Машиностроение, 1964. - 248 с.

Internet-ресурси

- 1 <http://airspot.ru/library/book/dvigateli-vnutrennego-sgoraniya-tom-1-rabochie-protsessy-v-dvigatelyah-i-ih-agregatah>
2. <https://www.twirpx.com/file/68008/> Луканин В.Н., Шатров М.Г. Двигатели внутреннего сгорания.
3. <http://padabum.com/d.php?id=18915> Двигатели внутреннего сгорания. Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей.

4. <http://viamobile.ru/page.php?id=1006>. Двигатели внутреннего сгорания.
5. <http://mirknig.su/knigi/tehnika/63774-teoriya-dvigatelay-vnutrennego-sgoraniya.html>. Теория двигателей внутреннего сгорания.
6. http://www.pomogala.ru/books_4_teplovoz/dvs_simson_1987.html.
Тепловозные двигатели внутреннего сгорания: Учебник для вузов / А. Э. Симсон, А. З. Хомич
7. http://www.pomogala.ru/books_4_teplovoz/dvigateli_vnutr_sgor_simson.html.
7. http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/7860/1/prohramy_2009_Akmen_Teplo_ta_masoobmin.pdf

Правила оцінювання

Методи контролю: Усне опитування, поточний контроль, модульний контроль (тести), підсумкове тестування, іспит. При оцінюванні результатів навчання керуватися Положенням про контроль та оцінювання якості знань студентів в УкрДУЗТ (<http://kart.edu.ua/images/stories/akademiya/documentu-vnz/polojennya-12-2015.pdf>).

Згідно з Положенням про впровадження кредитно-модульної системи організації навчального процесу виристовується 100-бальна шкала оцінювання. Принцип формування оцінки за модуль за 100-бальною шкалою показано у таблиці, де наведена максимальна кількість балів, яку може набрати студент за різними видами навчального навантаження.

Максимальна кількість балів за модуль		
Модульний контроль	Поточний контроль Лабораторні роботи Практичні роботи	Сума балів за модуль
Модуль 1 - до 40	до 60	до 100
Модуль 2 - до 40	до 60	до 100

Модульний контроль оцінює рівень засвоєння теоретичного і практичного матеріалу, які входять до складу відповідного модуля.

Лабораторні роботи оцінюються залежно від рівня та якості виконання їх студентом. Кожна лабораторна оцінюється за трьома рівнями:

- “відмінно” – 5 балів;
- “добре” - 4 бали;
- “задовільно” – 3 бали.

За нестандартні рішення та творчий підхід при виконання лабораторних робіт викладач може додати до 5 балів.

До перелічених складових модульної оцінки можуть нараховуватися додаткові бали за участь студента у науковій роботі, підготовці публікацій, робіт на конкурси, участь в олімпіадах тощо.

Кількість додаткових балів визначається на розсуд викладача, але у сумі не більш 100 балів разом з переліченими складовими модульної оцінки.

Обґрунтованість нарахування студенту додаткових балів розглядається на засіданні кафедри та оформлюється відповідним протоколом.

Отримана таким чином сума балів доводиться до відома студентів перед проведенням модульного контролю.

Оцінка визначається, як середньоарифметична оцінок двох модулів. Студентам, які набрали від 60 до 100 балів і згідні з цією сумою, відповідна оцінка модуля проставляється у заліково-екзаменаційну відомість.

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки (індивідуального навчального плану) студента, оцінка, виставлена за 100 бальною шкалою, переводиться до державної шкали (5, 4, 3,) та шкали ECTS (A, B, C, D, E)

Шкала: національна та ECTS і критерії оцінювання до визначення рівня знань і навичок

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82 – 89	B	добре	
74 – 81	C		
64 – 73	D	задовільно	
60 – 63	E		
35 – 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0 – 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Критерії оцінювання:

«Відмінно» (90-100 балів) – студент виявляє всебічні системні і глибокі знання програмного матеріалу, вільно оперує матеріалом, чітко володіє понятійним апаратом, уміє аналізувати і робити висновки;

«Дуже добре» (82-89 бали) – студент виявляє широкий професійний кругозір, уміння логічно мислити, виявляє достатньо системне і глибоке знання програмного матеріалу, чітко володіє понятійним апаратом, проте у відповідях допускаються окремі неточності, які не змінюють суті питання.

«Добре» (74-81 бали) – студент виявляє достатньо глибоке знання програмного матеріалу, володіє понятійним апаратом, вміє аргументувати свої відповіді, проте у відповідях допускаються неточності, які впливають на чіткість.

«Задовільно» (64-73 бали) – студент виявляє не достатньо глибоке знання програмного матеріалу, в основному володіє основним понятійним апаратом, але допускає принципові помилки;

«Достатньо» (60-63 бали) – студент виявляє слабкі знання, у відповідях не точно формулює причинно-наслідкові зв'язки між явищами і процесами, оперування фактами відбувається на рівні запам'ятовування, допускаються значні помилки.

«Незадовільно» (35-59 бали) – студент виявляє значні прогалини в знаннях основного програмного матеріалу, у володінні окремими поняттями, не знає більшої частини фактичного матеріалу, не вміє встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між явищами і процесами, завчивши матеріал без його усвідомлення.

Очікувані результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати:

- суть і призначення процесів, що проходять в циліндрах ДВЗ при реалізації дійсного циклу;

-закономірності і найбільш ефективні методи перетворення хімічної енергії палива в механічну роботу в ДВЗ, вплив основних конструктивних, режимно-експлуатаційних і атмосферно-кліматичних факторів на протікання процесів у ДВЗ і на формування зовнішніх показників роботи двигуна;

- сучасні методи покращення техніко-економічних показників і характеристики двигуна; - основні критерії, що оцінюють ті чи інші аспекти ДВЗ;

- тенденції і напрямки розвитку ДВЗ, які диктуються сучасними вимогами до рухомого складу

вміти:

проводити розрахунки робочого процесу ДВЗ, та визначати основні індикаторні та ефективні показники. Використовувати методи випробування ДВЗ та вимірювання основних параметрів роботи в експлуатації.

Кодекс академічної доброчесності

Порушення Кодексу академічної доброчесності Українського державного університету залізничного транспорту є серйозним порушенням, навіть якщо воно є ненавмисним. Кодекс доступний за посиланням: <http://kart.edu.ua/documentu-zvo-ua>

Зокрема, дотримання Кодексу академічної доброчесності УкрДУЗТ означає, що вся робота на іспитах та заліках має виконуватися індивідуально. Під час виконання самостійної роботи студенти можуть консультуватися з викладачами та з іншими студентами, але повинні самостійно розв'язувати завдання, керуючись власними знаннями, уміннями та навичками. Посилання

на всі ресурси та джерела (наприклад, у звітах, самостійних роботах чи презентаціях) повинні бути чітко визначені та оформлені належним чином. У разі спільної роботи з іншими студентами над виконанням індивідуальних завдань, ви повинні зазначити ступінь їх залученості до роботи.

Інтеграція студентів із обмеженими можливостями

Вища освіта є провідним чинником підвищення соціального статусу, досягнення духовної, матеріальної незалежності і соціалізації молоді з обмеженими функціональними можливостями й відображає стан розвитку демократичних процесів і гуманізації суспільства. Для інтеграції студентів із обмеженими можливостями в освітній процес Українського державного університету залізничного транспорту створена система дистанційного навчання на основі сучасних педагогічних, інформаційних, телекомунікаційних технологій. Доступ до матеріалів дистанційного навчання з цього курсу можна знайти за посиланням: <http://do.kart.edu.ua/>