



Міністерство освіти і науки України

ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

Інститут гідротехнічного будівництва та цивільної інженерії
Кафедра машинобудування

СИЛАБУС
навчальної дисципліни

**ОКЗ ДВИГУНИ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ. ТЕПЛОВИЙ ТА
ДИНАМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК**

Освітній рівень	другий (магістерський)	
Програма навчання	обов'язкова	
Галузь знань	13	Механічна інженерія
Спеціальність	133	Галузеве машинобудування
Освітня програма	Будівельна техніка та автомобілі	
Обсяг дисципліни	4,5 кредити ECTS (135 академічних годин)	
Види аудиторних занять	лекції, практичні заняття	
Індивідуальні та (або) групові завдання	курсний проєкт	
Форми семестрового контролю	іспит	

Викладач: Місько Євген Михайлович, к.т.н., доцент кафедри машинобудування, misko@ogasa.org.ua.

В процесі вивчення даної дисципліни студенти **ЗНАЙОМЛЯТЬСЯ З ОСНОВАМИ ТЕОРІЇ, КОНСТРУКЦІЇ ТА РОЗРАХУНКУ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ (ДВЗ) ТА ЗДОБУВАЮТЬ НАВИЧКИ ВИКОРИСТАННЯ ЦИХ ЗНАНЬ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ В ПРОЦЕСІ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ В ЯКОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК БУДІВЕЛЬНИХ МАШИН, АВТОМОБІЛІВ І ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ З УРАХУВАННЯМ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ.**

Наприклад: Визначення основних розмірів кривошипно-шатунного механізму ДВЗ.

Передумовами для вивчення дисципліни є набуття теоретичних знань та практичних навичок за такими дисциплінами: Вища математика, Фізика, Хімія, Теоретична механіка, Основи теплотехніки, Опір матеріалів, Теорія механізмів і машин, Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство, Деталі машин, Експлуатаційні матеріали для автомобілів і будівельних машин, Автотранспортні засоби ІІ, Двигуни внутрішнього згоряння.

Метою викладання навчальної дисципліни «**Двигуни внутрішнього згоряння. Тепловий та динамічний розрахунок**» є формування у студентів комплексу теоретичних та практичних знань щодо ефективного використання двигунів внутрішнього згоряння.

Метою дисципліни є формування у майбутніх спеціалістів основних професійних компетентностей:

ІК. Інтегральна компетентність магістра зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» - здатність розв'язувати складні задачі та проблеми галузевого машинобудування, що передбачають дослідження та/або здійснення інновацій та характеризуються невизначеністю умов та вимог.

ЗК1 Здатність застосовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК2 Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.

ЗК3 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК4 Здатність працювати з іншомовною технічною документацією та спілкуватись іноземною мовою.

ЗК7 Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми, використовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК9 Здатність працювати в команді та самостійно.

ФК 1 Здатність створювати, удосконалювати та застосовувати кількісні математичні, наукові й технічні методи та комп'ютерні програмні засоби, застосовувати системний підхід для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування, зокрема в умовах технічної невизначеності.

ФК 2 Критичне осмислення передових для галузевого машинобудування наукових фактів, концепцій, теорій, принципів та здатність їх застосовувати для розв'язання складних задач галузевого машинобудування і забезпечення сталого розвитку.

ФК 4 Усвідомлення перспективних завдань сучасного виробництва, спрямовані на задоволення потреб споживачів, володіння тенденціями інноваційного розвитку технологій галузі.

ФК 6 Здатність удосконалювати аналітичні методи та комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування, зокрема, в умовах технічної невизначеності.

ФК 7 Здатність втілювати передові інженерні розробки для отримання практичних результатів.

ФК 8 Здатність демонструвати творчий і новаторський потенціал у проектних розробках.

ФК 9 Здатність організувати роботу відповідно до вимог безпеки життєдіяльності й охорони праці, забезпечувати екологічну чистоту роботи підприємства.

ФК 10 Здатність застосовувати норми галузевих стандартів.

ФК 11 Здатність керувати проектами та оцінювати їхні результати.

Програмні результати навчання:

ПРН-1 Застосовувати, використовувати сучасні інформаційні і комунікаційні технології для розв'язання практичних завдань.

ПРН-2 Знання та розуміння механіки і машинобудування мати навички їх практичного використання.

ПРН-5 Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі.

ПРН-6 Аналізувати інженерні об'єкти, процеси та методи.

ПРН-7 Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні.

ПРН-8 Готувати виробництво та експлуатувати вироби галузевого машинобудування протягом життєвого циклу.

ПРН-11 Демонструвати творчий і новаторський потенціал у проектних розробках.

ПРН-12 Розуміти проблеми охорони праці та правові аспекти інженерної діяльності у галузевому машинобудуванні, навички прогнозування соціальних й екологічних наслідків реалізації технічних завдань.

ПРН-13 Вміння створювати та супроводжувати необхідну конструкторську та технологічну документацію.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми «Будівельна техніка та автомобілі»

студенти повинні знати:

- основні поняття;
- принципи дії елементів ДВС;
- будову і принцип дії ДВС;

студенти повинні володіти:

- навичками і способами регулювання, підтримання і відновлення працездатності механізмів і систем двигунів внутрішнього згоряння для встановлення режимів їх роботи з показниками, що регламентовані технічною документацією;

студенти повинні вміти:

- застосовувати на практиці теоретичні знання по ефективному використанню двигунів внутрішнього згоряння, підвищенню їх технічного рівня в залежності від умов експлуатації;
- керувати технічним станом двигунів внутрішнього згоряння за результатами технічного діагностування в процесі експлуатації з метою підвищення їх коефіцієнта технічної готовності

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва тем	Кількість годин			
		лекції	практичні	лабораторні	самостійна
1	Принципи, показники і умови роботи ДВЗ.	2	2	–	7
2	Палива і робочі тіла поршневих двигунів. Процеси дійсних циклів.	2	2	–	7
3	Індикаторні та ефективні показники ДВЗ.	2	2	–	7
4	Системи живлення двигунів. Системи наддуву ДВЗ.	2	2	–	7
5	Застосування газоподібних і других видів палив не нафтового походження.	2	2	–	8
6	Характеристики двигунів.	2	2	–	8
7	Керування двигуном. Діагностика двигуна.	2	2	–	8
8	Екологічні характеристики ДВЗ.	2	2	–	8
9	Кінематика і динаміка двигуна.	2	2	–	8
10	Зрівноваження ДВЗ. Коливання в ДВЗ.	2	2	–	7
11	Напрями розвитку бензинових двигунів з іскровим запаленням. Перспективи розвитку	2	2	–	7

№ п/п	Назва тем	Кількість годин			
		лекції	практичні	лабораторні	самостійна
	двигунів із займанням від стиснення .				
12	Роль комп'ютерних систем управління двигуном внутрішнього згорання в підвищенні його споживчих якостей.	2		–	7
	Всього	24	22	–	89

Критерії оцінювання та засоби діагностики

Мінімальний та максимальний рівень оцінювання щодо отримання «іспиту» за навчальною дисципліною «Двигуни внутрішнього згорання. Тепловий та динамічний розрахунок» складає 60 та 100 балів відповідно, і може бути досягнений наступними засобами оцінювання:

Засоби оцінювання		Мінімальна кількість балів	Максимальна кількість балів
Засоби оцінювання	Кількість у семестрі		
Курсовий проєкт	1	60	100
Практичні роботи (виконання та захист)	11	33	44
Контроль знань:			
Поточний контроль знань (стандартизовані тести)	2	10	16
Підсумковий (семестровий) контроль знань – іспит	1	30	40
Разом		60	100

Курсовий проєкт. Навчальним планом передбачено виконання курсового проєкту (КП) з дисципліни «Двигуни внутрішнього згорання. Тепловий та динамічний розрахунок». Зміст КП пов'язаний із закріпленням теоретичних і практичних питань навчальної програми дисципліни «Двигуни внутрішнього згорання. Тепловий та динамічний розрахунок» і складається з розрахунково-пояснювальної записки (формат А–4) і графічної частини – 4 аркуша (формат А–1)

Більш детальну інформацію наведено у методичних вказівках до виконання курсового проєкту [2].

Два рази за семестр проводяться експрес контроль знань – **стандартизовані тести** (20 тестових питань), наприклад

1. Назвіть основні напрямки удосконалення паливних систем дизелів:

- а) підвищення тиску впорскування палива ;
- б) застосування акумуляторних паливних систем дизелів;
- в) Застосування електронного блоку керування цикловою подачею дизельного пального;
- г) всі відповіді вірні.

2. Вкажіть по якій формулі розраховується кількість горючої суміші M_1 (в кмоль горючої суміші/кг палива), що припадає на 1 кг палива у бензинових ДВЗ, де μ_n – середня молярна маса пари палива, кг/кмоль:

- а) $M_1 = \alpha L_0$;
- б) $M_1 = \alpha L_0 + 1/\mu_n$;
- в) $M_1 = 1/\alpha L_0 + \mu_n$;
- г) немає правильної відповіді.

Підсумковий контроль знань проводиться у вигляді письмового іспиту. Завдання іспиту складається з двох теоретичних та одного практичного питання по тематиці навчальної дисципліни.

Перелік питань до іспиту:

1. Вкажіть середній елементарний склад бензинів за масою.
2. За рахунок чого досягається підвищення потужності двигуна при наддуві.
3. Дайте визначення і запишіть формулу для розрахунку питомої ефективної витрати палива, вкажіть її розмірність.
4. Вкажіть середній елементний склад дизельного пального за масою.
5. Дайте визначення дійсної і середньої молярної теплоємності.
6. Запишіть формулу для визначення параметрів кінця процесу стиску P_c і T_c при заданих вихідних даних P_a , T_a , n_1 , ε .
7. Назвіть фактори, що впливають на появу детонації в двигунах з іскровим запалюванням.
8. Дайте визначення поняттю нижчої теплоти згоряння. Вкажіть її розмірність. При яких умовах таке згоряння відбувається в циліндрах ДВЗ.
9. Запишіть формулу для визначення механічного ККД і розкажіть, що він характеризує.
10. Запишіть формулу для визначення кількості повітря (у кіломолях), теоретично необхідного для повного згоряння 1 кг палива.
11. Дайте визначення швидкісним зовнішнім характеристикам дизеля.

12. Назвіть переваги і недоліки систем впорскування бензину в порівнянні з карбюраторною системою.
13. Дайте визначення поняттю індикаторний ККД і запишіть формулу для його розрахунку.
14. Назвіть основні напрямки удосконалення паливних систем дизелів.
15. Розкажіть про фізичну сутність крутильних коливань колінчастого валу.
16. Викладіть загальні відомості про дійсні цикли ДВЗ.
17. Назвіть фактори, що впливають на процес згоряння в дизелях.
18. Дайте визначення і запишіть формулу для розрахунку циклової подачі в дизелях на номінальному режимі. Вкажіть розмірність складових, що входять в цю формулу.
19. Що називається робочим тілом у ДВЗ.
20. Як розраховується кількість свіжого заряду M_1 (у кіломолях), що припадає на 1 кг палива у бензинових ДВЗ.
21. Вкажіть найбільш характерне співвідношення розмірів товщини днища поршня і діаметру поршня для бензинових двигунів і дизелів.
22. Дайте визначення поняттю нерівномірність ходу двигуна і вкажіть причини її виникнення. Як вона розраховується.
23. Що характеризує коефіцієнт наповнення η_v . Приведіть формулу для його розрахунку.
24. Як визначити параметри кінця процесу розширення P_v і T_v при заданих вихідних даних: P_z , T_z , n_2 , ε для ДВЗ з іскровим запалюванням.
25. Напішіть формулу визначення середнього і індикаторного тиску дійсного циклу для двигунів із примусовим запалюванням суміші.
26. Назвіть основні шкідливі речовини, що надходять у довкілля під час роботи ДВЗ, їх джерела, а також фактори, що впливають на їх утворення.
27. Вкажіть найбільш характерне співвідношення розмірів висоти юбки поршня і діаметру поршня для бензинових двигунів і дизелів.
28. Назвіть сили і моменти, що діють у хитневому механізмі.
29. Дайте визначення поняттю літрова потужність двигуна.
30. Викладете порядок розрахунку верхньої кільцевої перемички поршня.
31. Дайте визначення поняттям: "робочий цикл двигуна"; "ступінь стиску"; "літраж двигуна"; "робочий об'єм циліндра"; "повний об'єм циліндра"; "об'єм камери згоряння"; "частина робочого циклу, яка відбувається за один хід поршня". Назвіть основні напрямки подальшого розвитку автомобільних двигунів.
32. Назвіть показники термодинамічних циклів ДВЗ і запишіть формули для їх визначення.
33. Виведіть аналітичні залежності для розрахунку переміщення, швидкості і пришвидшення поршня.

34. Розкажіть про процес газообміну в чотиритактних ДВЗ і вплив різних факторів на коефіцієнт наповнення.
35. Як класифікуються системи впорскування бензинових двигунів.
36. Приведіть основні формули для розрахунку елементів системи рідинного охолодження ДВЗ.
37. Як змінюється напрям теплообміну при стиску? Як залежить показник політропного стиску від теплообміну? Що таке середній показник політропи стиску, в яких межах він змінюється для різних типів двигунів?
38. Назвіть фактори, що впливають на появу детонації. Розкажіть про зниження вірогідності появи детонації за рахунок розшарування заряду в бензинових двигунах.
39. Приведіть основні формули для розрахунку шатунних шийок колінчастого валу.
40. Розкажіть про розвиток процесу згоряння у дизелі в залежності від кута повороту колінчастого валу на діаграмах $p-n$, $T-n$.
41. За якими показниками відбувається нормування шкідливих викидів ДВЗ. Розкажіть про вплив різних факторів на токсичність двигунів.
42. Приведіть основні формули для розрахунку корінних шийок колінчастого вала.
43. Розкажіть про особливості розрахунку процесу впуску при наддуві.
44. Запишіть формули визначення основних показників робочого циклу ДВЗ.
45. Накресліть принципову діаграму швидкісної зовнішньої характеристики бензинового двигуна.
46. Розкажіть про регульовальні характеристики ДВЗ.
47. Тепловий баланс. Значення складових теплового балансу в ДВЗ. Поняття про теплову напруженість основних деталей ДВЗ (вогневого днища поршня, внутрішньої поверхні камери згоряння, випускного клапана).
48. Накресліть принципову діаграму швидкісної зовнішньої характеристики дизельного двигуна.
49. Розкажіть про особливості сумішеутворення газових ДВЗ.
50. Із яких компонентів складаються продукти повного і неповного згоряння? Приведіть формули для обчислення хімічного і дійсного коефіцієнта молекулярної зміни.
51. Приведіть співвідношення між напруженнями для різних циклів (симетричного, асиметричного, пульсуючого однозначного).
52. Наведіть класифікацію систем живлення дизелів. Опишіть конструкцію паливних насосів багатоплунжерних та розподільного типу.
53. Навантажувальні і регульовальні характеристики ДВЗ.
54. Характерні несправності хитневого механізму та способи їх усунення.

55. Розкажіть про системи живлення дизелів. Надайте класифікацію систем за типом паливної апаратури. Перелічіть елементи системи.
56. Як відбувається нейтралізація відпрацьованих газів ДВЗ.
57. Штовхачі, штанги, коромисла. Особливості конструкції. Матеріали.
58. Акумуляторні паливні системи дизелів.
59. Опишіть принцип роботи турбокомпресора.
60. Розкажіть про ефективний ККД і питому ефективну витрату палива.
61. Перелічіть засоби і системи зниження токсичності. Розгляньте конструкції нейтралізаторів токсичних речовин.
62. Наведіть класифікацію систем живлення дизелів.
63. Розкажіть про процеси сумішоутворення у дизелях, запалення і згорання палива.
64. Опишіть загальну конструкцію системи безпосереднього впорскування палива бензинових двигунів.
65. Швидкість згорання. Аналіз процесів згорання в дизелі.

Рекомендовані джерела інформації

1. Ф.І. Абрамчук. Автомобільні двигуни: Підручник.- 4-е видання /Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І.-К.: Арістей, 2009.- 476 с.
2. Мацей, Р.О. Двигуни внутрішнього згорання. Тепловий та динамічний розрахунок : методичні вказівки до виконання курсового проєкту для студентів, що навчаються за освітньо-професійною програмою «Будівельна техніка та автомобілі» підготовки магістрів із галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»/ Мацей Р.О., Целікова А.С.; Одеська державна академія будівництва та архітектури. – Одеса: ОДАБА, 2020. – 42 с.
3. П. Гащук. Автомобільні двигуни. Тепловий та динамічний розрахунок: Навчальний посібник / Гащук П., Миськів Т., Нікіпчук С. -Львів:Українські технології, 2006.-144с.
4. Л.П. Марченко. Двигуни внутрішнього згорання : серія підручників у 6 томах / Марченко Л.П, Рязанцев М.К., Шеховцов А.Ф. /– Харків: Видавн. центр НТУ ХПІ, 2004.–с.
5. В. Н. Луканин. Двигатели внутреннего сгорания: Кн. 2. Динамика и конструирование /Под ред. В. Н. Луканина. - М.: Высшая школа, 1995. – 319 с.