

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра

Аерокосмічної теплотехніки (№ 205)

(назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова НМК



(підпис)

М. А. Шевцова

(ініціали та прізвище)

« 30 » серпня 2019 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ЗАГАЛЬНО-ПРОФЕСІЙНОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕОРІЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОВИХ МАШИН

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань

14 «Електрична інженерія»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність:

144 «Теплоенергетика»

(код та найменування спеціальності)

Освітня програма:

«Теплофізика (скорочена програма)», «Енергетичний менеджмент
(скорочена програма)», «Енергетичний менеджмент»,
«Комп'ютерно-інтегровані технології проектування
енергетичних систем»

(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти

перший (бакалаврський)

(найменування рівня вищої освіти)

Харків 2019 рік

Робоча програма

Теорія робочих процесів теплових машин

(назва дисципліни)

для студентів за
спеціальністю:

144 «Теплоенергетика»

(код та найменування спеціальності)

Освітньою
програмою:

«Теплофізика (скорочена програма)», «Енергетичний менеджмент
(скорочена програма)», «Енергетичний менеджмент»,
«Комп'ютерно-інтегровані технології проектування
енергетичних систем»
(назва освітньої програми)

«4»

червня

2019 р.

18

с.

Розробник:

Корогодський В.А. доцент каф. аерокосмічної
теплотехніки (205), д. т. н., доцент

(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри

Аерокосмічної теплотехніки (№ 205)

(назва кафедри)

Протокол № 9 від «21» червня 2019 р.

Завідувач кафедри

д.т.н., доцент

(наукова ступінь
та вчене звання)



(підпис)

П.Г. Гакал

(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки (спеціальність, спеціалізація), рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		Денна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань <u>14 «Електрична інженерія»</u> (шифр та найменування) Спеціальність: <u>144 «Теплоенергетика »</u> (код та найменування) Освітня програма: <u>«Теплофізика (скорочена програма)», «Енергетичний менеджмент (скорочена програма)», «Енергетичний менеджмент», «Комп'ютерно-інтегровані технології проектування енергетичних систем»</u> (найменування освітньої програми) Рівень вищої освіти: <i>перший (бакалаврський)</i>	Цикл професійної підготовки
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістових модулів – 2		2019/2020
Індивідуальне завдання: - не передбачено		Семестр
Загальна кількість годин – 48/150		6-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 6,375		Лекції *
		32 годин
		Практичні, семінарські
		16 годин
		Лабораторні
		0 годин
		Самостійна робота
		102 години
		Вид контролю
		іспит

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:
для денної форми навчання $48/102 = 0,47$

* Аудиторне навантаження може бути збільшене або зменшене на одну годину в залежності від розкладу занять

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: придбання знань, вмінь та навичок, що дає здатність виявляти, класифікувати, оцінювати та підвищувати ефективність систем і енергоустановок на основі використання аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі за допомогою термодинамічного аналізу та оптимізації процесів перетворення видів енергії.

Завдання: в результаті вивчення дисципліни студент повинен знати:

- фундаментальні положення теорії теплових машин з використанням основних законів термодинаміки, теплопередачі, тепло- і масообміну та газодинаміки;
- основні математичні моделі та методи розрахунку термодинамічних циклів теплових машин;
- методи математичного та фізичного моделювання робочих процесів теплових машин;
- методи параметричної ідентифікації математичних моделей робочих процесів теплових машин;

вміти:

- розраховувати та аналізувати термодинамічні цикли теплових машин;
- розраховувати та аналізувати робочі процеси: газообміну, сумішоутворення та згоряння;
- оцінювати рівень індикаторних та ефективних показників теплових машин на основних експлуатаційних режимах роботи.

Програмні результати навчання. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

- знати і розуміти призначення теплового двигуна, особливості конструкції двотактного та чотиритактного двигуна внутрішнього згоряння, схеми та принципи роботи комбінованих двигунів;
- продемонструвати знання щодо схем та принципів роботи комбінованих двигунів, циклів двотактного та чотиритактного двигуна внутрішнього згоряння;
- знати особливості термодинамічних циклів двигунів з внутрішнім та з зовнішнім згорянням;
- продемонструвати здатність розраховувати показники та ефективність термодинамічних циклів поршневих і комбінованих двигунів, двигунів з продовженим розширенням в циліндрі;
- продемонструвати здатність проводити дослідження й оптимізацію оборотних термодинамічних циклів, порівнювати ККД циклів комбінованих і поршневих двигунів;
- продемонструвати здатність аналізувати вплив стиску, ступеня підвищення тиску, ступеня попереднього розширення й ступеня розширення на ефективність циклів і закон підведення теплоти в циклі комбінованого двигуна, вплив охолодження робочого тіла після компресору на ККД комбінованого двигуна;

- продемонструвати знання щодо визначення в чотиритактних та двотактних двигунах внутрішнього згоряння індикаторних та ефективні показників, механічних втрат;
- продемонструвати знання щодо основних методів одержання моторних палив, елементарного складу рідких та газоподібних моторних палив, поняття: теплоти згоряння палива; цетанового та октанового числа палива;
- продемонструвати знання щодо термодинамічних властивостей робочого тіла в робочих процесах: газообміну, сумішоутворення та згоряння двигунів внутрішнього згоряння;
- продемонструвати знання щодо особливостей перетину процесів газообміну в двигунах внутрішнього згоряння та здатність виконувати розрахунок процесів газообміну і визначати показники якості газообміну;
- продемонструвати знання щодо особливостей перетину процесів стиску та сумішоутворення в двигунах внутрішнього згоряння та здатність виконувати розрахунок процесів плівкового, об'ємно-плівкового та об'ємного сумішоутворення;
- продемонструвати знання щодо перетину процесів неповного та повного згоряння, процесів згоряння в двигунах із примусовим запаленням, процесів згоряння в двигунах із запаленням від стиску, здатність виконувати аналіз характеристик тепловиділення, знати шляхи зменшення викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами;
- продемонструвати знання щодо удосконалення процесів згоряння палива, здатність здійснювати вимірювання теплоти згоряння горючих паливоповітряних сумішей;
- продемонструвати здатність виконувати розрахунок процесів згоряння і розширення методом Гринєцького-Мазінга;
- продемонструвати вміння визначати індикаторні та ефективні показники двигунів внутрішнього згоряння;
- продемонструвати здатність визначати енергію відпрацьованих газів двигунів внутрішнього згоряння, здійснювати аналіз системи наддування з турбіною постійного тиску та системи наддування з імпульсною турбіною, оцінювати показники ефективності використання енергії випускних газів;
- продемонструвати знання та вміння визначати техніко-економічні та екологічні показники комбінованих двигунів за швидкісними, навантажувальними, гвинтовими, комбінованими, регуляторними, тепловозними та зовнішніми швидкісними характеристиками.
- продемонструвати знання щодо схем та принципів роботи двигунів з зовнішнім згорянням та здатність розраховувати цикл Стірлінга, визначати та виконувати аналіз показників циклу Стірлінга.

3. Програма навчальної дисципліни МОДУЛЬ 1.

Змістовий модуль 1. Термодинамічні цикли теплових машин. Робочі тіла. Процеси газообміну, стиску та сумішоутворення ДВЗ.

Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Теорія робочих процесів теплових машин».

Предмет вивчення і задачі дисципліни „Теорія робочих процесів теплових машин”, структура курсу. Література.

Тема 2. Ідеалізовані цикли двигунів внутрішнього згорання.

Показники ефективності циклів двигунів. Оборотно-термодинамічні цикли поршневих і комбінованих двигунів. Припущення, використовувані при дослідженні термодинамічних циклів ДВЗ. Термодинамічні цикли ДВЗ з продовженим розширенням в циліндрі двигуна. Цикли комбінованих двигунів (КД): КД з імпульсною турбіною (ІТ), КД із ІТ і проміжним охолодженням, КД із ІТ і згоранням при постійному тиску без охолодження, КД із постійним тиском перед турбіною. Дослідження й оптимізація оборотних термодинамічних циклів. Вплив ступеня стиску на ефективність циклів. Аналіз впливу ступеня стиску і закону підведення теплоти в циклі комбінованого двигуна. Порівняння КПД циклів комбінованих і поршневих двигунів. Вплив охолодження після компресора на ККД КД.

Тема 3. Робочі тіла та їх властивості.

Робочі тіла і їхні властивості. Реакції згорання і продукти згорання. Повне згорання палива. Досконале згорання палива. Зміна кількості робочого тіла при повному згоранні рідкого і газоподібного палива в двигунах із примусовим запаленням і з запаленням від стиску. Неповне згорання палива. Зміна кількості робочого тіла при неповному згоранні рідкого і газоподібного палива в двигунах із примусовим запаленням і з запаленням від стиску. Теплота згорання горючих сумішей. Термодинамічні властивості свіжого заряду і продуктів згорання.

Тема 4. Процеси газообміну.

Процеси газообміну. Фази газорозподілу чотиритактних двигунів. Індикаторна діаграма процесів газообміну. Періоди газообміну. Розрахунок процесів газообміну. Показники якості газообміну: коефіцієнт наповнення, коефіцієнт продувки, коефіцієнт використання продувального повітря, коефіцієнт надлишку продувального повітря, сумарний коефіцієнт надлишку повітря.

Тема 5. Процеси стиску та сумішоутворення.

Процес стиску. Призначення процесу стиску і ступінь стиску в різних ДВЗ. Теплообмін і тепловий баланс у процесі стиску. Визначення параметрів робочого тіла наприкінці процесу стиску. Визначення середнього коефіцієнта політропи процесу стиску. Процеси сумішоутворення і згорання. Утворення горючих сумішей. Схема та параметри факелу розпилення палива. Нерозділені камери згорання. Розділені камери згорання. Напіврозділені камери згорання. Витрати енергії на сумішоутворення.

Змістовний модуль 2. Процеси згорання та розширення в ДВЗ. Індикаторні та ефективні показники ДВЗ та їх характеристики. Особливості робочих процесів, конструкції та показники ДЗЗ.

Тема 6. Процеси згорання та розширення.

Процеси запалення і згорання. Структура фронту полум'я. Швидкість поширення фронту полум'я. Порушення процесу згорання в двигунах із примусовим запаленням. Порушення процесу згорання в двигунах із запаленням від стиску. Методи організації процесів згорання. Основні фази процесу згорання й аналіз процесу згорання по індикаторній діаграмі в двигунах із запаленням від стиску. Основні фази процесу згорання й аналіз

процесу згоряння по індикаторній діаграмі в двигунах із примусовим запаленням. Характеристики тепловиділення і їхні загальні властивості. Утворення токсичних речовин при згорянні палива в двигунах. Шляхи зменшення викидів шкідливих речовин. Термодинаміка процесів згоряння і розширення. Розрахунок процесів згоряння і розширення методом Гринєцького-Мазінга: основні допущення, вихідні рівняння, розрахунок процесів згоряння в дизелі, розрахунок процесів згоряння в двигуні з примусовим запаленням.

Тема 7. Індикаторні та ефективні показники двигуна.

Індикаторні показники двигуна: середній індикаторний тиск, індикаторна потужність, індикаторний ККД, питома індикаторна витрата палива. Вплив різних факторів на індикаторні показники. Вплив конструктивних і регулюючих факторів: ступінь стиску, розміри циліндра, конструкційні матеріали, інтенсивність охолодження, коефіцієнт наповнення, форма камери згоряння, закон подачі палива, склад суміші, кут випередження запалювання (впорскування палива). Вплив експлуатаційних факторів: умов впуску/випуску, навантаження, частоти обертання колінчатого валу. Схеми і принципи роботи комбінованих двигунів. Ефективні показники двигуна. Ефективна потужність і механічні втрати. Середній ефективний тиск. Механічний ККД. Ефективний ККД і питома ефективна витрата палива. Показники напруженості: літрова потужність, поршнева потужність. Способи форсування двигунів за питомою потужністю. Межа форсування потужності двигуна при збільшенні тиску свіжого заряду.

Тема 8. Використання енергії випускних газів.

Використання енергії випускних газів. Загальні положення й умови роботи турбіни КД. Система наддування з турбіною постійного тиску. Система наддування з імпульсною турбіною. Імпульсна система наддування з перетворенням імпульсів. Працездатність випускних газів. Показники ефективності використання енергії випускних газів. Середня температура випускних газів.

Тема 9. Режими роботи і характеристики комбінованих двигунів.

Режими роботи і показники роботи комбінованих двигунів. Види характеристик двигуна. Швидкісні характеристики. Абсолютна зовнішня швидкісна характеристика. Характеристика межі димлення. Зовнішня швидкісна характеристика. Часткова швидкісна характеристика. Гвинтові характеристики. Навантажувальні характеристики. Комбіновані характеристики. Регуляторна і тепловозна характеристики. Характеристики токсичності. Стабільність режимів роботи двигуна. Узгодження роботи компресора і турбіни в складі ТК. Характеристика турбокомпресора. Узгодження характеристик ТК і поршневої частини. Розрахунок характеристик двигуна з приводним ТК. Методи регулювання турбокомпресора. Регулювання компресора. Регулювання турбіни. Принципи регулювання комбінованого двигуна.

ТЕМА 10. Робочі процеси, конструкції та показники ДЗЗ.

Двигуни Стірлінга: загальні відомості, переваги і недоліки, робочі тіла. Робочі процеси циклу Стірлінга. Термодинамічний розрахунок робочих процесів циклу Стірлінга. Робота і ККД циклу Стірлінга. Показники робочого процесу. Конструкція двигуна Стірлінга.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1						
Змістовий модуль 1. Термодинамічні цикли теплових машин. Робочі тіла. Процеси газообміну, стиску та сумішоутворення ДВЗ.						
Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Теорія робочих процесів теплових машин». Загальні поняття, задачі дисципліни, структура курсу	4	2	–	–	–	2
Тема 2. Ідеалізовані цикли двигунів внутрішнього згоряння	16	2	2	–	–	12
Тема 3. Робочі тіла та їх властивості	18	2	2	–	–	14
Тема 4. Процеси газообміну	18	4	2	–	–	12
Тема 5. Процеси стиску та сумішоутворення	18	4	2	–	–	12
Модульний контроль	2	2	–	–	–	–
Разом за змістовим модулем 1	76	16	8	–	–	52
Змістовий модуль 2. Процеси згоряння та розширення в ДВЗ. Індикаторні та ефективні показники ДВЗ та їх характеристики. Особливості робочих процесів, конструкції та показники ДЗЗ.						
Тема 6. Процеси згоряння та розширення	14	2	2	–	–	10
Тема 7. Індикаторні та ефективні показники двигуна	12	2	–	–	–	10
Тема 8. Використання енергії випускних газів	14	2	2	–	–	10
Тема 9. Режим роботи і характеристики комбінованих двигунів	16	4	2	–	–	10
Тема 10. Робочі процеси, конструкції та показники ДЗЗ.	16	4	2	–	–	10
Модульний контроль	2	2	–	–	–	–
Разом за змістовим модулем 2	74	16	8	–	–	50
Усього годин	150	32	16	–	–	102

5. Теми семінарських занять

Навчальним планом не передбачені

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Методики оцінки якості робочих процесів теплових машин	2
2	Розрахунок параметрів ідеалізованих циклів поршневих і комбінованих двигунів.	2
3	Оптимізація циклів поршневих і комбінованих двигунів.	2
4	Розрахунок теплофізичних параметрів робочого тіла двигуна внутрішнього згорання.	2
5	Розрахунок процесів газообміну.	2
6	Розрахунки процесів стиску і сумішоутворення в циліндрах поршневих і комбінованих двигунів.	2
7	Розрахунки процесів згорання палива і розширення продуктів згорання в циліндрах поршневих і комбінованих двигунів методом Гринєцького-Мазінга.	2
8	Визначення індикаторних і ефективних показників КД.	2
	Разом	16

7. Теми лабораторних занять

Навчальним планом не передбачені

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Виконання розрахункової роботи на тему «Розрахунок термодинамічних циклів двигунів внутрішнього згорання».	52
2	Виконання розрахункової роботи на тему «Розрахунок робочих процесів двигуна зовнішнього згорання».	50
	Разом	102

9. Індивідуальні завдання.

Навчальним планом не передбачені

10. Методи навчання

Лекційні заняття будуть проводитись методом розповідь-бесіда, з застосуванням електронних засобів навчання та додаткового друкованого допоміжного матеріалу. Практичні заняття будуть проводитись шляхом проведення студентами розрахункових досліджень згідно тем занять.

11. Методи контролю

Контроль виконується у вигляді поточного семестрового контролю під час здачі змістовних модулів.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1 Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0,3...1	7	2...7
Виконання і захист практичних робіт	0,5...1	4	2...4
Модульний контроль	26...39	1	26...39
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0,3...1	7	2...7
Виконання і захист практичних робіт	0,5...1	4	2...4
Модульний контроль	26...39	1	26...39
Усього за семестр			60...100

За виконання практичних робіт студент в залежності від оцінки отримує до 4 балів.

Семестровий контроль (іспит/залік) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту/заліку.

Допуском до іспиту/заліку є здача усіх лабораторних робіт.

Під час складання семестрового іспиту/заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту/заліку складається з 4 теоретичних, у відповідності до модуля, та двох практичних завдань. Максимальна сума балів за теоретичні запитання є 60, за практичні – 40 балів.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Для отримання позитивної оцінки студент повинен отримати знання, які дозволять класифікувати, оцінювати та підвищувати ефективність систем і енергоустановок на основі використання аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі за допомогою термодинамічного аналізу та оптимізації процесів перетворення видів енергії.

Студент повинен вміти:

Розраховувати та аналізувати термодинамічні цикли теплових машин.

Розраховувати та аналізувати робочі процеси: газообміну, сумішоутворення та згоряння.

Оцінювати рівень індикаторних та ефективних показників теплових машин на основних експлуатаційних режимах роботи.

12.3. Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Здати практичні роботи та здати тестування.

Знати і розуміти основні призначення теплового двигуна, особливості конструкції двотактного та чотиритактного двигуна внутрішнього згоряння, схеми та принципи роботи комбінованих двигунів, принципи їх роботи; основні методи одержання моторних палив, елементарний склад рідких та газоподібних моторних палив, поняття: теплоти згоряння палива; цетанового та октанового числа палива; термодинамічні властивості робочого тіла в робочих процесах: газообміну, сумішоутворення та згоряння двигунів внутрішнього згоряння; особливості термодинамічних циклів двигунів з внутрішнім та з зовнішнім згорянням.

Уміти: розраховувати показники та ефективність термодинамічних циклів поршневих і комбінованих двигунів, двигунів з продовженим розширенням в циліндрі; визначати індикаторні, ефективні показники та механічні втрати двигунах внутрішнього згоряння; виконувати розрахунок процесів згоряння і розширення методом Гринєцького-Мазінга; визначати індикаторні та ефективні показники двигунів внутрішнього згоряння; визначати енергію відпрацьованих газів двигунів внутрішнього згоряння; вимірювати теплоту згоряння горючих паливоповітряних сумішей; визначати техніко-економічні та екологічні показники комбінованих двигунів за швидкісними, навантажувальними, гвинтовими, комбінованими, регуляторними, тепловозними та зовнішніми швидкісними характеристиками; розраховувати цикл Стірлінга та визначати його показники.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум. Здати практичні роботи та здати тестування.

Знати особливості перетину процесів газообміну, стиску, сумішоутворення, процесів неповного та повного згоряння, процесів згоряння в двигунах із примусовим запаленням й в двигунах із запаленням від стиску; демонструвати знання щодо удосконалення процесів згоряння палива в двигунах внутрішнього згоряння

Уміти: проводити дослідження й оптимізацію оборотних термодинамічних циклів, порівнювати ККД циклів комбінованих і поршневих

двигунів; аналізувати вплив ступеня стиску, ступеня підвищення тиску, ступеня попереднього розширення й ступеня розширення на ефективність циклів; оцінювати закон підведення теплоти в циклі комбінованого двигуна, вплив охолодження робочого тіла після компресору на ККД комбінованого двигуна; виконувати розрахунок процесів газообміну і визначати показники якості газообміну; виконувати розрахунок процесів плівкового, об'ємно-плівкового та об'ємного сумішоутворення; виконувати аналіз характеристик тепловиділення, знати шляхи зменшення викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами; виконувати аналіз системи наддуву з турбіною постійного тиску та системи наддуву з імпульсною турбіною, оцінювати показники ефективності використання енергії випускних газів; виконувати аналіз техніко-економічних та екологічних показників комбінованих двигунів за швидкісними, навантажувальними, гвинтовими, комбінованими, регуляторними, тепловозними та зовнішніми швидкісними характеристиками; виконувати аналіз циклу Стірлінга та його показників.

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій.

2. Амброжевич М.В. Термодинамика и теплообмен: учеб. пособие по выполнению расчетных работ нормативной дисциплины бакалаврата «Авиация и космонавтика» / М.В. Амброжевич, А.О. Костиков, И.И. Петухов. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2008. – 79 с.

Література

Основна література.

1. Дяченко В. Г. Двигуни внутрішнього згоряння. Теорія: підручник для вузів / В. Г. Дяченко; Мін-во освіти і науки України; за ред. А. П. Марченка. – Х.: НТУ «ХПІ», 2008. – 488 с.
2. Кавтарадзе Р. З. Теория поршневых двигателей. Специальные главы: учеб. для вузов / Р. З. Кавтарадзе; Мин-во образования и науки РФ. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 720 с.
3. Мартыновский В.С. Анализ действительных термодинамических циклов – М.: “Энергия”, 1972. – 206 с.
4. Двигатели внутреннего сгорания: Теория поршневых и комбинированных двигателей / под ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова // М.: Машиностроение, 1983. – 372 с.
5. Вибе И. И. Новое о рабочем цикле двигателей / И. И. Вибе. – М.: Машгиз, 1962. – 272 с.
6. Розенблит Г.Б. Теплопередача в дизелях. – М.: Машиностроение, 1977. – 216 с.
7. Ковалевский В.В. Энергоустановки космических летательных аппаратов / В.В. Ковалевский. – Учеб. пособие. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2004. – 242 с.
8. Амброжевич М.В. Теория рабочих процессов тепловых машин: консп. лекций / М.В. Амброжевич, К.С. Епифанов. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т “Харьк. авиац. ин-т”, 2008. – Ч. 1: Рабочие процессы двигателей внутреннего сгорания. – 113 с.
9. Костиков О.Н. Термодинамика и теплообмен: консп. лекций / О.Н. Костиков. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2007. – 180 с.

Додаткова література.

1. Крушедольський О.Г. Моделювання робочих процесів транспортних дизелів на експлуатаційних режимах: Навч. Посібник. – Харків: УкрДАЗТ, 2006. – 184 с.
2. Шокотов Н.К. Основы термодинамической оптимизации транспортных дизелей. – Харьков: Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те, 1980. – 120 с.
3. Турбонаддув высокооборотных дизелей / Симсон А.Э., Каминский В.Н., Моргулис Ю.Б., Поветкин Г.М. – М.: Машиностроение, 1976. – 288 с.
4. Тер-Мкртчян Г.Г. Двигатели внутреннего сгорания с нетрадиционными рабочими циклами М.: МАДИ, 2015. – 80 с.
5. Чайнов Н.Д. Конструирование и расчет поршневых двигателей / Н.Д. Чайнов, А.Н. Краснокутский, Л.Л. Мягков. – М.: МГТУ, 2018. – 536 с.
6. Термодинамика и теплопередача / Г.А. Мухачев, В.К. Щукин. – М.: «Высш. школа», 1991. – 480 с.
7. Марченко А.П. Двигуни внутрішнього згоряння: в 6 т. / А.П. Марченко, М.К. Рязанцев, А.Ф. Шеховцов. – Х.: Прапор, 2004. – Т. 1: Розробка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин. – 384 с.

8. Марченко А.П. Двигуни внутрішнього згоряння: в 6 т. / А.П. Марченко, М.К. Рязанцев, А.Ф. Шеховцов. – Х.: Прапор, 2004. – Т. 2: Доводка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин. – 288 с.
9. Марченко А.П. Двигуни внутрішнього згоряння: в 6 т. / А.П. Марченко, М.К. Рязанцев, А.Ф. Шеховцов. – Х.: Прапор, 2004. – Т. 3: Комп'ютерні системи керування ДВЗ. – 344 с.
10. Марченко А.П. Двигуни внутрішнього згоряння: в 6 т. / А.П. Марченко, М.К. Рязанцев, А.Ф.Шеховцов. – Х.: Прапор, 2004. – Т. 4: Основи САПР ДВЗ. – 336 с.
11. Марченко А.П. Двигуни внутрішнього згоряння: в 6 т. / А.П. Марченко, М.К. Рязанцев, А.Ф. Шеховцов. – Х.: Прапор, 2004. – Т. 5: Екологізація ДВЗ. – 360 с.
12. Марченко А.П. Двигуни внутрішнього згоряння: в 6 т. / А.П. Марченко, М.К. Рязанцев, А.Ф. Шеховцов. – Х.: Прапор, 2004. – Т. 6: Надійність ДВЗ. – 324 с.
13. Двигатели внутреннего сгорания: Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей: Учебник для студентов вузов по специальности “Двигатели внутреннего сгорания” / В.П. Алексеев, В.Ф. Воронин, Л.В. Грехов и др.; Под общ. Ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 288 с.: ил.
14. Тепловые двигатели / И.Н. Нигматулин, В.А. Ценев, П.Н. Шляхин. Учеб. пособие для втузов. – М.: «Высшая школа», 1974. – 375 с.
15. Основы термодинамики циклов теплоэнергетических установок. Андрущенко А. И. «Высшая школа», 1968.
16. Двигатели внутреннего сгорания: в 2 т. / А.С. Орлин, Д.Н. Вырубов, Г.Т. Калиш и др. – М.: Гос. науч.-техн. изд-во машиностроительной лит-ры. – Т.1: Рабочие процессы в двигателях и их агрегатах, 1951. – 396 с.
17. Двигатели внутреннего сгорания. Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей. / А.С. Орлин, В.П. Алексеев, Н.И. Костыгов и др. – М.: Машиностроение, 1970. – 384 с.
18. Двигатели внутреннего сгорания. Конструирование и расчет на прочность поршневых и комбинированных двигателей: учеб. для втузов / Д.Н. Вырубов, С.И. Ефимов, Н. А. Иващенко и др. – М.: Машиностроение, 1984. – 384 с.
19. Ефимов С.И. Двигатели внутреннего сгорания: Системы поршневых и комбинированных двигателей Под общей редакцией Орлина А.С., Круглова М.Г. – 3-е изд. перераб. и доп. – М: Машиностроение, 1985. – 456 с.
20. Двигатели внутреннего сгорания. Системы поршневых и комбинированных двигателей / А.С. Орлин, В.П. Алексеев, Д.Н. Вырубов и др. – М.: Машиностроение, 1983. – 480 с.
21. Двигатели внутреннего сгорания. Теория рабочих процессов поршневых и комбинированных двигателей / А.С. Орлин, Д.Н. Вырубов, М.Г. Круглов и др. – М.: Машиностроение, 1971. – 400 с.
22. Математическая теория горения и взрыва / Я.Б. Зельдович, Г.И. Баренблатт, В.Б. Либрович, Г.М. Махвиладзе. – М.: Наука, 1980. – 479 с.
23. Тарлеев В.М. Справочник по тепловому расчету рабочего процесса двигателей внутреннего сгорания – Л.: Речной транспорт, 1961. – 408 с.

24. Feidt M. Finite Physical Dimensions Optimal Thermodynamics 1: Fundamentals. – ISTE Press – Elsevier, 2017. – 263 p.

25. Feidt M. Finite Physical Dimensions Optimal Thermodynamics 2: Complex Systems. – ISTE Press - Elsevier, 2018. – 208 p.

26. Задачник по технической термодинамике и теории тепломассообмена: учеб. пособие / В.Н. Афанасьев, С.И. Исаев, И.А. Кожин и др.; Под ред. В.И. Крутова и Г.Б. Петражицкого. – 2-е изд., стереотипное. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 384 с.: ил. – (Учебная литература для вузов)

Питання з дисципліни «Теорія робочих процесів теплових машин»

галузь знань: 14 «Електрична інженерія»

спеціальність: 144 «Теплоенергетика»

Освітньо-професійна програма – «Теплофізика (скорочена програма)», «Енергетичний менеджмент (скорочена програма)», «Енергетичний менеджмент», «Комп'ютерно-інтегровані технології проектування енергетичних систем»

1. Вкажіть показники ефективності циклів двигунів.
2. Що таке оборотні термодинамічні цикли поршневих і комбінованих двигунів? Припущення, використовувані при дослідженні термодинамічних циклів ДВЗ.
3. Охарактеризуйте термодинамічні цикли ДВЗ з продовженим розширенням в циліндрі двигуна.
4. Охарактеризуйте цикли комбінованих двигунів (КД): КД з імпульсною турбіною (ІТ), КД із ІТ і проміжним охолодженням, КД із ІТ і згорянням при постійному тиску без охолодження, КД із постійним тиском перед турбіною.
5. Як виконуються дослідження й оптимізація оборотних термодинамічних циклів?
6. Як впливає ступень стиску на ефективність циклів?
7. Виконайте аналіз впливу ступеня стиску і закону підведення теплоти в циклі комбінованого двигуна.
8. Як виконують порівняння КПД циклів комбінованих і поршневих двигунів?
9. Як впливає охолодження після компресора на ККД КД?
10. Перерахуйте робочі тіла і їхні властивості ДВЗ.
11. Що таке реакції згоряння? Продукти згоряння?
12. Що таке повне згоряння палива; досконале згоряння палива?
13. Як змінюється кількість робочого тіла при повному згорянні рідкого і газоподібного палива в двигунах із примусовим запаленням і з запаленням від стиску?
14. Що таке неповне згоряння палива? Як змінюється кількість робочого тіла при неповному згорянні рідкого і газоподібного палива в двигунах із примусовим запаленням і з запаленням від стиску.
15. Як визначається теплота згоряння горючих сумішей? Як визначаються термодинамічні властивості свіжого заряду і продуктів згоряння?
16. Охарактеризуйте процеси газообміну.
17. Що таке фази газорозподілу чотиритактних двигунів? Індикаторна діаграма процесів газообміну? Періоди газообміну?
18. Як розраховують процеси газообміну? Показники якості газообміну: коефіцієнт наповнення, коефіцієнт продувки, коефіцієнт використання продувного повітря, коефіцієнт надлишку продувного повітря, сумарний коефіцієнт надлишку повітря.

19. Охарактеризуйте процес стиску. Призначення процесу стиску і ступінь стиску в різних ДВЗ. Теплообмін і тепловий баланс у процесі стиску.
20. Як визначаються параметри робочого тіла наприкінці процесу стиску?
21. Як визначається середній коефіцієнт політропи процесу стиску?
22. Охарактеризуйте процеси сумішоутворення і згоряння; утворення горючих сумішей; схема та параметри факелу розпилення палива.
23. Що таке нерозділені камери згоряння? Розділені камери згоряння? Напіврозділені камери згоряння?
24. Як розраховують витрати енергії на сумішоутворення?
25. Охарактеризуйте процеси запалення і згоряння; структура фронту полум'я.
26. Швидкість поширення фронту полум'я.
27. Охарактеризуйте порушення процесу згоряння в двигунах із примусовим запаленням; порушення процесу згоряння в двигунах із запаленням від стиску.
28. Вкажіть методи організації процесів згоряння.
29. Охарактеризуйте основні фази процесу згоряння й аналіз процесу згоряння по індикаторній діаграмі в двигунах із запаленням від стиску.
30. Охарактеризуйте основні фази процесу згоряння й аналіз процесу згоряння по індикаторній діаграмі в двигунах із примусовим запаленням.
31. Характеристики тепловиділення і їхні загальні властивості.
32. Утворення токсичних речовин при згорянні палива в двигунах. Шляхи зменшення викидів шкідливих речовин.
33. Термодинаміка процесів згоряння і розширення. Розрахунок процесів згоряння і розширення методом Гриневського-Мазінга: основні допущення, вихідні рівняння, розрахунок процесів згоряння в дизелі, розрахунок процесів згоряння в двигуні з примусовим запаленням.
34. Охарактеризуйте індикаторні показники двигуна: середній індикаторний тиск, індикаторна потужність, індикаторний ККД, питома індикаторна витрата палива.
35. Вплив конструктивних і регулюючих факторів: ступінь стиску, розміри циліндра, конструкційні матеріали, інтенсивність охолодження, коефіцієнт наповнення, форма камери згоряння, закон подачі палива, склад суміші, кут випередження запалювання (впорскування палива) на індикаторні показники.
36. Охарактеризуйте вплив експлуатаційних факторів: умов впуску/випуску, навантаження, частоти обертання колінчатого валу на індикаторні показники.
37. Вкажіть схеми і принципи роботи комбінованих двигунів.
38. Що таке ефективні показники двигуна: ефективна потужність і механічні втрати; середній ефективний тиск; механічний ККД; ефективний ККД і питома ефективна витрата палива?
39. Показники напруженості: літрова потужність, поршнева потужність. Способи форсування двигунів за питомою потужністю. Межа форсування потужності двигуна при збільшенні тиску свіжого заряду.
40. Використання енергії випускних газів. Загальні положення й умови роботи турбіни КД.

41. Як працює система наддування з турбіною постійного тиску з імпульсною турбіною?
42. Як працює імпульсна система наддування з перетворенням імпульсів?
43. Що таке працездатність випускних газів? Показники ефективності використання енергії випускних газів. Середня температура випускних газів.
44. Режими роботи і показники роботи комбінованих двигунів.
45. Перерахуйте та охарактеризуйте види характеристик двигуна: швидкісні характеристики, абсолютна зовнішня швидкісна характеристика, характеристика межі димлення, зовнішня швидкісна характеристика.
46. Охарактеризуйте часткову швидкісну характеристику, гвинтову характеристику, навантажувальну характеристику.
47. Охарактеризуйте комбіновані характеристики, регуляторну і тепловозну характеристики, характеристику токсичності.
48. Як забезпечується стабільність режимів роботи двигуна?
49. Узгодження роботи компресора і турбіни в складі ТК.
50. Характеристика турбокомпресора. Узгодження характеристик ТК і поршневої частини.
51. Розрахунок характеристик двигуна з приводним ТК.
52. Вкажіть методи регулювання турбокомпресора, компресора, турбіни.
53. Вкажіть принципи регулювання комбінованого двигуна.
54. Охарактеризуйте двигуни Стірлінга: загальні відомості, переваги і недоліки, робочі тіла, робочі процеси циклу Стірлінга.
55. Як виконується термодинамічний розрахунок робочих процесів циклу Стірлінга. Робота і ККД циклу Стірлінга. Показники робочого процесу.
56. Наведіть конструкцію двигуна Стірлінга.