

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кафедра Двигуни внутрішнього згорання
(найменування кафедри)

СИЛЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Основи термодинаміки та гідравліки

(назва навчальної дисципліни)

Освітні програми: Авіаційні двигуни та енергетичні установки; Технології виробництва
(назва освітньої програми)
авіаційних двигунів та енергетичних установок

Спеціальність: 134 – Авіаційна та ракетно-космічна техніка
(найменування спеціальності)

Галузь знань: 13 – Механічна інженерія
(найменування галузі знань)

Ступінь вищої освіти: бакалавр
(назва ступеня вищої освіти)

затверджено на засіданні кафедри “Двигуни внутрішнього згорання”
Протокол № 11 від “ 16 ” червня 2021 р.

м. Запоріжжя , 2021 рік

ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ

Дисципліна: Основи термодинаміки та гідравліки

Тип: нормативна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський) рівень

Курс (рік навчання): 2-й

Семестр: 4-й

Кредити: 6

Викладач: Беженов Сергій Олександрович, канд. техн. наук, доцент

bezhenov@zntu.edu.ua

Розподіл годин: загальна кількість 180 годин (44 лекцій, 14 лабораторних занять, 14 практичних занять, 108 годин самостійної роботи).

Лекції, лабораторні роботи, практичні заняття, індивідуальні завдання; екзамен.

ПРЕРЕКВІЗИТИ І ПОСТРЕКВІЗИТИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліни, що передують вивченню цієї дисципліни «Вища математика», «Фізика», «Хімія та основи екології». Дисципліни, вивчення яких спирається на цю дисципліну – «Теорія та робочі процеси ПРД», «Системи автоматичного керування АД та ЕУ», «Основи технології авіадвигунобудування»; «Прогресивні технологічні процеси авіадвигунобудування», «Спеціальне технологічне оснащення виробництва авіаційних двигунів», «Автоматизація технологічних процесів виробництва авіаційних двигунів».

ХАРАКТЕРИСТИКА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Вивчення цієї дисципліни є необхідною складовою частиною підготовки фахівців, що забезпечуватимуть конструювання, виробництво та експлуатацію авіаційних двигунів та енергетичних установок.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні отримати, у результаті вивчення навчальної дисципліни:

Загальні компетентності:

K01. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово

K04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій

K05. Здатність працювати у команді

K06. Здатність генерувати нові ідеї (креативність)

K07. Здатність приймати обґрунтовані рішення

K08. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями

Фахові компетентності:

K11. Здатність використовувати теорії динаміки польоту та керування при проектуванні об'єктів авіаційної та ракетно-космічної техніки

K12. Здатність використовувати положення гідравліки, аеро- та газодинаміки для опису взаємодії тіл з газовим і гідравлічним середовищем

K17. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій та спеціалізованого програмного забезпечення у навчанні та професійній діяльності

Результати навчання:

Очікувані результати навчання з дисципліни: після вивчення дисципліни студенти повинні знати і уміти використовувати основні закони рівноваги та руху рідини та газів; основні закони технічної термодинаміки та процесів теплообміну; прикладні методи розрахунку гідросистем, що забезпечують роботу авіаційних двигунів та енергетичних установок; прикладні методи розрахунку теплофізичних явищ в енергетичних установках, а також в установках і машинах для новітніх технологій в енергетичному машинобудуванні; методи експериментального дослідження параметрів потоків середовищ та енергій.

Очікувані програмні результати навчання:

- володіти засобами сучасних інформаційних та комунікаційних технологій в обсязі, достатньому для навчання та професійної діяльності;
- пояснювати свої рішення і підґрунтя їх прийняття фахівцям і нефахівцям в ясній і однозначній формі;
- володіти навичками самостійного навчання та автономної роботи для підвищення професійної кваліфікації та вирішення проблем в новому або незнайомому середовищі;
- володіти логікою та методологію наукового пізнання, що ґрунтується на розумінні сучасного стану і методології предметної області;
- розуміти принципи механіки рідини та газу, зокрема, гідравліки, аеродинаміки (газодинаміки).

МЕТА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою викладання дисципліни “Основи термодинаміки та гідравліки” є формування у студентів базових теоретичних знань і практичних навичок розв’язання задач класичної гідромеханіки та теорії функціонування систем гідравлічних та пневматичних приводів, а також термодинамічного аналізу процесів енергетичних установок та основних процесів теплообміну.

ЗАВДАННЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Основними завданнями вивчення дисципліни “Основи термодинаміки та гідравліки” є опанування методами застосування фундаментальних законів рівноваги та руху рідкого середовища та основоположних законів термодинаміки та теплопереносу до розв’язання практичних задач, щодо забезпечення заданих режимів роботи авіаційних двигунів та енергетичних установок.

ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна складається з шести змістових модулів:

- гідростатика, основні закони та рівняння гідродинаміки;
- гідравлічний розрахунок трубопроводів, витікання рідини через отвори та насадки;
- гідромашини, гідравлічні та пневматичні приводи;
- основи технічної термодинаміки;
- прикладна термодинаміка теплових установок;

– основні способи перенесення теплоти, теплопередача.

Змістові модулі об'єднано в два блоки, кожний з яких завершується рубіжним модульним контролем.

Перший блок змістових модулів:

1. Предмет гідравліки; суцільність середовища; основні властивості рідин та газів; сили, що діють у рідині; гідростатичний тиск та його властивості; диференціальні рівняння рівноваги рідини; абсолютна рівновага нестисливої рідини; силова взаємодія рідини, що є у спокої, з твердими поверхнями, закон Архімеда; відносний спокій рідини; струминна модель потоку; диференціальні рівняння Нав'є-Стокса та Ейлера; рівняння нерозривності, рівняння кількості руху, рівняння Бернуллі; кавітація; потоки скінчених розмірів, коефіцієнти Коріоліса та Буссінеска. досліди Рейнольдса; ламінарна та турбулентна течія рідини у трубі круглого перерізу: гідравлічні втрати на тертя; закони опору гладеньких та шорстких труб (лекції №№ 1 – 3).

2. Теорема Борда, формула Вейсбаха, типи місцевих опорів; гідравлічні розрахунки: види задач, характеристика трубопроводу, простий та складний трубопроводи, графічні методи розв'язання задач; гідроудар, формула Жуковського; витікання рідини при сталому та змінному напорі, типи насадків, швидкість та витрата витікання, коефіцієнти витікання; критичний напір витікання; силова взаємодія струменю з твердими поверхнями, сила реакції струменю (лекції №№ 4 – 7).

3. Насоси та їх класифікація; параметри та характеристики відцентрових насосів, режим роботи насоса, способи регулювання подачі лопатевих насосів; основні параметри та характеристики об'ємних насосів, регулювання їх подачі; поршневі насоси, принцип дії, середня подача, зменшення коливань тиску на виході з насоса; роторні насоси систем двигунів та енергетичних установок; структура, класифікація, основні елементи об'ємних гідроприводів; силові гідроциліндри, гідромотори об'ємного типу; методи розрахунку гідроприводів; агрегати гідросистем технологічного обладнання; схеми гідроприводів із замкненою та розімкненою циркуляцією, з дросельним та об'ємним регулюванням швидкості; слідкуючий гідропривід; циклограма типового пневмоприводу; основні логічні функції; логічні пневмоелементи: схеми, принцип дії (лекції №№ 7 – 11).

Другий блок змістових модулів:

4. Предмет і метод технічної термодинаміки, основні термодинамічні параметри; теплоємність; внутрішня енергія; ентропія; ентальпія; робота і теплота як форми передачі енергії; графічне зображення роботи і теплоти в Pv – і Ts – координатах; рівняння станів ідеальних газів; суміш ідеальних газів; перший закон термодинаміки; визначення і аналітичний вираз першого закону термодинаміки; рівняння першого закону термодинаміки для потоку; загальний метод дослідження термодинамічних процесів; термодинамічний аналіз ізохорного, ізобарного, ізотермічного, адіабатного і політропного процесів (лекції №№ 12 – 15).

5. Замкнуті (кругові) процеси: прямий і обернений цикли Карно; ефективність роботи теплових машин; ексергія та анергія; термодинамічний аналіз процесів у компресорах і детандерах; термодинамічний аналіз циклів теплових двигунів (ДВЗ) та газотурбінних установок (ГТУ) з ізохорним, ізобарним та змішаним підведенням теплоти; загальні відомості про цикли холодильних машин (ХМ) і теплових насосів (ТН) (лекції №№ 15 – 18).

6. Основи теорії теплообміну: параметри, що характеризують перенесення теплоти; основні процеси, закони та диференціальні рівняння теплоперенесення.

загальні уявлення та визначення процесу випромінювання; класифікація тіл та середовищ; уявлення міри чорноти; випромінювання в системі тіл, кутові коефіцієнти випромінювання; радіаційний теплообмін в системі сірих тіл, розділених середовищами різної прозорості; види конвекції; загальні положення теорії подібності, теореми та критерії подібності; загальні відомості про динамічний та тепловий приграничний шар; критеріальні рівняння вільного та вимушеного конвективного теплообміну; теплопровідність матеріалів, задачі та рівняння теплопровідності; умови однозначності; задачі стаціонарної теплопровідності: теплопровідність через плоску стінку, циліндричну стінку, через тверду стінку за граничних умов III роду; нестаціонарна теплопровідність (лекції №№ 18 – 22).

Паралельно з лекційним курсом студенти мають лабораторний практикум, задачею якого є опанування методами експериментального дослідження параметрів течії рідини та газів, що визначають ефективність роботи гідравлічних та термодинамічних систем, а також аудиторний практикум, задачею якого є опанування методиками розрахунку гідросистем та теплофізичних процесів, що забезпечують роботу елементів технологічної оснастки в машинобудуванні.

Згідно навчального плану передбачено проведення шести лабораторних робіт:

- прилади для вимірювання тиску
- графічна ілюстрація рівняння Д.Бернуллі
- експериментальне визначення характеристик відцентрового насоса
- способи експериментального визначення температури
- експериментальне визначення параметрів відкритої ТДС
- дослідження вільного/вимушеного конвективного теплообміну

та шести практичних занять:

- розрахунок гідростатичного навантаження на тверді поверхні різних форм
- пряма задача гідравлічного розрахунку складного короткого трубопроводу
- статичний розрахунок об'ємного гідроприводу
- термодинамічний аналіз розімкнутих процесів у закритих системах
- термодинамічний аналіз класичних ідеальних циклів теплових двигунів
- стаціонарна теплопровідність через тверду стінку за граничних умов III

роду

До самостійної роботи, окрім поглибленого опрацювання кожної теми, включено виконання індивідуальних завдань:

- гідравлічний розрахунок короткого трубопроводу
- статичний розрахунок енергосилової частини об'ємного гідроприводу
- розрахунок розімкнутих термодинамічних процесів у закритих системах
- розрахунок стаціонарної теплопередачі через тверду стінку

СИСТЕМА ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ КУРСУ

Оцінювання: за результатами засвоєння дисципліни складається іспит. На іспит виносяться теоретичні питання, практичні задачі, а також завдання, що потребують творчого підходу та вміння синтезувати набуті знання. При оцінюванні враховується здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних проблем технології та енергетики в авіадвигунобудуванні. При цьому перевага надається оригінальним рішенням спрямованим на досягнення певного рівня ефективності.

Контроль успішності студентів денної форми навчання здійснюється за результатами:

- тестування з кожного змістовного модулю
- захисту звітів про виконання лабораторних робіт
- експрес контролів по завершенню кожного з практичних занять
- захисту звітів про виконання індивідуальних завдань
- рубіжних модульних контролів за кожний блок змістовних модулів

Контроль успішності студентів заочної форми навчання здійснюється за результатами:

- захисту звітів про виконання лабораторних робіт
- експрес контролів по завершенню кожного з практичних занять
- захисту контрольної роботи
- тестування (усного опитування) за окремими змістовими модулями

Оцінювання успішності студентів здійснюється окремо за кожний з двох блоків змістових модулів на відповідному рубіжному модульному контролі (РМК) за 100-бальною шкалою.

Етапи роботи	Кількість балів	Етапи роботи	Кількість балів
Змістовий модуль 1	0 – 30	Змістовий модуль 4	0 – 40
Змістовий модуль 2	0 – 30	Змістовий модуль 5	0 – 30
Змістовий модуль 3	0 – 40	Змістовий модуль 6	0 – 30
Сума за перший РМК	0 – 100	Сума за другий РМК	0 – 100

Загальна оцінка студента на кожному етапі роботи складається з оцінювання: активності та якості його роботи в аудиторії – до 25 %; індивідуальної самостійної роботи – до 50 %; поточного опитування (тестування) – до 25 %.

Семестрова (підсумкова) оцінка студента з дисципліни складається за результатами двох РМК як середнє арифметичне відповідних сум балів з

округленням до цілого на користь студента і подальшим переведенням в національну та ECTS шкали.

Кількість балів	Оцінка ECTS		Традиційна оцінка	
90 – 100	A	відмінно	відмінно	зараховано
85 – 89	B	дуже добре	добре	
75 – 84	C	добре	задовільно	
70 – 74	D	задовільно		
60 – 69	E	достатньо	незадовільно	не зараховано
35 – 59	FX	незадовільно		
01 – 34	F	повторний курс навчання		

Студент, який отримав незадовільну (або низьку) семестрову оцінку за результатами РМК, має можливість покращити результат під час іспиту при наявності звітів про всі види робіт, передбачених робочою програмою дисципліни. Іспитовий білет складається з двох теоретичних питань, двох задач, які охоплюють тематику кожного з двох основних розділів курсу: “Гідравліка, гідро та пневмоприводи” та “Термодинаміка та теплопередача”, а також творчого завдання. Теоретичні питання, наведені у білетах, добираються з тематичного плану дисципліни, лекційного матеріалу, переліку питань для самостійного вивчення дисципліни. Задачі містять елементи методик розрахунку гідросистем та теплофізичних процесів, які відпрацьовувалися під час лабораторних робіт, практичних занять та в ході виконання індивідуальних контрольних завдань в рамках самостійної роботи студентів.

Академічна доброчесність: студент повинен виконувати роботи самостійно, не допускається залучення при розв’язанні індивідуальних завдань інших студентів. У разі виявлення ознак плагіату робота не зараховується і дисципліна не вважається зарахованою.

Література:

Базова

- Башта Т.М. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы [Текст] /Т.М.Башта. – М.: Машиностроение, 1982. – 590 с.
- Гідроприводи та гідропневмоавтоматика: Підручник [Текст] /В.О.Федорець, М.Н.Педченко, В.Б.Струтинський та ін. – К.: Вища шк., 1995. – 463 с.
- Беляев Н.М. Термодинамика [Текст] /Н.М.Беляев. – К.: Вища школа, 1987. – 344 с.
- Беляев Н.М. Основы теплопередачи [Текст] /Н.М.Беляев. – К.: Вища школа, 1989. – 343 с.
- Єгоров Я.О. Теоретичні основи теплотехніки у системах машинобудування [Текст] /Я.О.Єгоров, С.Б.Беліков, О.М.Улітенко. – Запоріжжя: Дике Поле, 2004. – 286 с.

Допоміжна

- Скляревський О.М. Об'ємний гідропривід [Текст] /О.М.Скляревський. – Запоріжжя, 2002. – 354 с.
- Мандрус В.І. Машинобудівна гідравліка. Задачі та приклади розрахунків [Текст] /В.І.Мандрус, Н.П.Лещій, В.М.Звягін. – Львів: Світ, 1995.– 264 с.
- Дидур В.А. Гидромеханика и ее использование в энергетике АПК. Учебное пособие [Текст] /В.А.Дидур, Л.И.Грачева, Н.Н.Радул, А.Н.Орел.– М.: МГАУ, 2008. – 395 с.
- Слинько Г.І. Теплотехнічні процеси та теплова обробка матеріалів і виробів [Текст] /Г.І.Слинько, С.Б.Беліков, О.М.Улітенко. – Мелітополь: ООО «Издательский дом Мелитопольской городской типографии», 2011. – 258 с.
- Цветков Ф.Ф. Тепломассообмен: Учебное пособие для вузов [Текст] /Ф.Ф.Цветков, Б.А.Григорьев.– М.: Изд-во МЭИ, 2005. – 550 с.
- Авчухов В.В. Задачник по процессам тепломассообмена [Текст] /В.В.Авчухов, Б.Я.Паюсте.– М.: Энергоатомиздат, 1986.– 144 с.

Інформаційні ресурси

- Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/>
- Наукова бібліотека НУ «Запорізька політехніка». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://library.zntu.edu.ua/>
- Пневматика для всех. От теоретических основ к практическим навыкам [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.camozzi.ua/naukovo_navchalniy_centra/didactic_materials/knyga_pnevmatika_dlya_vsekh/