

Міністерство освіти і науки України

Дніпропетровський національний університет ім. О.Гончара

Механіко-математичний факультет
Кафедра аерогідромеханіки та енергомасопереносу

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор

" 2 " _____ 2016 р.
_____ М.В. Поляков



УЗГОДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної роботи

" 1 " _____ 2016 р.
_____ С.О. Чернецький

ПРОГРАМА

фахових вступних випробувань спеціальностей 144
"Теплоенергетика"

Затверджено на засіданні
Вченої ради механіко-математичного
факультету

" 26 " _____ 01 _____ 2016 р.,

протокол № 5
декан ММФ _____ О.В. Хамініч

Дніпропетровськ
2016

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Фахові випробування проводяться для осіб, що отримали освітньо-кваліфікаційний рівень "Бакалавр" за напрямом "Теплоенергетика", та бажають продовжити навчання за освітньо-кваліфікаційним рівнем "Спеціаліст" або "Магістр" за спеціальністю "Теплофізика".

Програму фахових випробувань складено на основі стандартів вищої освіти ДНУ освітньо-професійної характеристики та освітньо-професійної програми за напрямом 6.050601 – "Теплоенергетика". Зміст програми інтегрує такі дисципліни:

1. Технічна термодинаміка
2. Тепломасообмін
3. Методи дослідження процесів теплообміну

Вид іспиту – письмовий тест. Екзаменаційний білет складається з 25 питань (з закритою формою відповіді), правильна відповідь на кожне з яких оцінюється в 4 бали. Результати іспиту оцінюються за 100 бальною шкалою. Загальний час виконання роботи – 120 хвилин.

ЗМІСТ РОЗДІЛІВ

I. Технічна термодинаміка.

1.1. Основні поняття та визначення.

Предмет технічної термодинаміки та його метод. Термодинамічна система та її види. Робоче тіло та зовнішнє середовище. Теплота та робота як форми енергетичної взаємодії зовнішнього середовища та робочого тіла. Основні параметри стану робочого тіла. Термодинамічний процес. Рівноважний та нерівноважний процеси. Оборотні та необоротні процеси. Графічне зображення оборотних процесів в термодинамічних діаграмах. Поняття про круговий оборотний процес. Ідеальний газ. Рівняння стану ідеального газу. Суміш ідеальних газів. Способи завдання газових сумішей. Визначення середньої молярної маси та питомої газової постійної суміші. Парціальні тиск та об'єм. Суть першого закону термодинаміки. Внутрішня енергія. Робота процесу. Графічне зображення роботи в pV -діаграмі. Теплота процесу. Принцип еквівалентності теплоти та роботи. Аналітичний вираз та формулювання першого закону термодинаміки. Ентальпія. Теплоємність газів. Середня та істинна теплоємності. Теплоємність суміші ідеальних газів. Застосування першого закону термодинаміки до ідеального газу. Теплоємність ідеального газу при постійному тиску та при постійному об'ємі. Ентропія. Обчислення зміни ентропії ідеальних газів. Ts -діаграма. Графічне зображення теплоти в Ts -діаграмі. Кругові термодинамічні процеси (цикли). Прямий та зворотний цикли Карно. Суть другого закону термодинаміки та його основні формулювання. Аналітичний вираз другого закону термодинаміки. Диференціальні рівняння термодинаміки та їх застосування. Характеристичні функції.

1.2. Термодинамічні процеси.

Термодинамічні процеси ідеальних газів. Політропні процеси. Визначення показника політропи та теплоємності політропного процесу. Основні термодинамічні процеси: ізохорний, ізобарний, ізотермічний, адіабатний. Зображення політропних процесів в pV - та Ts -діаграмах. Процес пароутворення при постійному тиску. pV -діаграма водяної пари. Основні параметри води і водяної пари. Основні параметри сухої насиченої пари. Основні параметри перегрітої пари. Основні параметри вологої насиченої пари. Ts -діаграма водяної пари. Таблиці водяної пари. is -діаграма водяної пари. Основні термодинамічні процеси водяної пари. Вологе повітря (основні поняття). Абсолютна та відносна вологість повітря, вологовміст. Психрометр. Температура точки роси. Ентальпія та густина вологого повітря. id -діаграма вологого повітря.

1.3. Термодинамічні показники потокових тепломеханічних процесів.

Рівняння першого закону термодинаміки для потоку та його аналіз. Адіабатний витік. Швидкість адіабатного витоку. Критичне відношення тисків. Розрахунок швидкості витоку та секундної масової витрати для критичного режиму. Геометричний вплив на потік. Сопло Лавалю. Особливості визначення швидкості витоку для водяної пари. Вплив витрат на швидкість витоку. Суть процесу дроселювання. Зміна параметрів робочого тіла при дроселюванні. Поняття про ефект інверсії Джоуля-Томпсона. Температура інверсії. Технічне використання ефекту дроселювання. Умовне зображення процесу дроселювання водяної пари в is -діаграмі. Втрата працездатності робочого тіла при дроселюванні. Ексергія і енергія енергоресурсів. Ексергетичний баланс потокових процесів і установок.

1.4. Основи теорії тепломеханічних циклів і установок.

Призначення і класифікація компресорів. Технічна робота в компресорах. Робота, яка витрачається на привід компресора. Ізотермічне і політропне стискання. Відмінність індикаторної діаграми дійсного циклу від теоретичного. Поняття про багатоступінчасте стискання. Зображення у pV - та Ts -діаграмах процесів у компресорах для одно- і багатоступінчастого стискання. Визначення ефективної потужності, яка витрачається на привід компресора і поняття про внутрішній відносний к.к.д. Класифікація поршневих двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ). Зображення циклів ДВЗ у pV - та Ts -діаграмах. Аналіз та порівняння циклів ДВЗ. Визначення термічного к.к.д. і вплив параметрів циклу ДВЗ на збільшення к.к.д. Преваги газотурбінних установок перед поршневим ДВЗ. Цикли газотурбінних установок. Принципові схеми та цикли паросилових установок. Поняття про цикли атомних силових установок. Загальне поняття про сонячні теплогенератори, сонячні електричні парогенератори. Лазерні теплогенератори. Цикли установок з магнітогідродинамічними генераторами. Основні поняття про роботу холодильних установок. Класифікація холодильних установок. Поняття про холодильний коефіцієнт. Цикли повітряних, пароконпресорних і абсорбційних теплових установок. Теплонасосні установки.

II. Тепломасообмін.

2.1. Основні поняття та визначення.

Предмет та основні задачі теорії. Місце цієї дисципліни в підготовці інженера-енергетика. Основні поняття та визначення. Види розповсюдження теплоти: теплопровідність, конвекція та теплове випромінювання. Складний теплообмін. Поняття про масообмін.

2.2. Розповсюдження теплоти теплопровідністю.

Основний закон теплопровідності (закон Фур'є). Теплопровідність. Диференціальне рівняння теплопровідності. Умови однозначності. Теплопровідність різних стінок при стаціонарному режимі. Граничні умови першого роду. Визначення теплопередачі через стінки. Граничні умови третього роду. Коефіцієнт теплопередачі. Шляхи інтенсифікації процесу теплопередачі. Правило вибору матеріалу теплоізоляції. Основні відомості про нестационарну теплопровідність. Методи розв'язування крайових задач. Регулярний режим охолодження (нагрівання) тіл. Теплопровідність тіл з внутрішніми джерелами теплоти. Задача Стефана. Контактний теплообмін. Особливості передачі теплоти при взаємному контакті тіл. Контактний термічний опір, вплив на нього різних факторів. Засоби зменшення контактного опору.

2.3. Конвективний теплообмін.

Фізична суть конвективного теплообміну. Формула Ньютона-Ріхмана. Коефіцієнт тепловіддачі. Рівняння енергії руху і нерозривності. Початкові і граничні умови. Методи розв'язування рівнянь конвективного теплообміну. Основи теорії подоби. Гідродинамічна та тепла подоба. Критерії подоби та принципи їх одержання. Критеріальні рівняння конвективного теплообміну. Визначальні та визначаючі критерії подоби. Визначальна температура та визначальний лінійний розмір. Теплообмін при вимушеному русі газу в трубах та каналах. Теплообмін при вимушеному поперечному обтіканні труб. Теплообмін при вільному русі рідини. Теплообмін при змінюванні агрегатного стану речовини. Теплообмін при кипінні в великому об'ємі. Елементи гідродинаміки двофазного потоку. Теплообмін при кипінні в трубах. Теплообмін при конденсації. Масообмін в двох компонентних середовищах. Теплопередача при великих швидкостях. Диференційне та інтегральне рівняння пограничних шарів. Результати розв'язку рівнянь. Критеріальні рівняння. Тепловіддача в трубах та соплах. Тепловий захист тіл. Цілі та області застосування методів теплового захисту. Конвективне охолодження. Газові завіси. Конвективний теплообмін при наявності газових завіс. Пористе охолодження. Абліруюче покриття.

2.4. Теплообмін випромінюванням.

Основні поняття та визначення. Фізика випромінювання, радіаційні властивості. Основні закони теплового випромінювання. Теплообмін випромінюванням між твердими тілами. Захист від теплового випромінювання. Теплове випромінювання газів.

2.5. *Складний теплообмін. Теплообмінні апарати.*

Складний теплообмін. Підсумковий коефіцієнт тепловіддачі. Типи теплообмінних апаратів. Теплоносії. Рівняння теплового балансу та теплопередачі. Основні схеми руху теплоносіїв. Середньоарифметичний та середньологарифмічний напори. Основи теплового розрахунку рекуперативних теплообмінних апаратів. Методи інтенсифікації теплообміну в рекуперативних теплообмінниках. Основи теплового розрахунку рекуперативних теплообмінних апаратів. Гідромеханічний розрахунок теплообмінних апаратів. Розрахунок коефіцієнта тертя. Методи інтенсифікації теплообміну в рекуперативних теплообмінниках. Теплова ізоляція. Види ізоляції. Основні теплоізоляційні матеріали, їх характеристики та області застосування. Вибір теплоізоляційних матеріалів. Методи розрахунку теплоізоляції. Охолодження та термостатування. Методи та системи охолодження пристроїв. Розрахунок теплообміну в основних елементах системи охолодження. Системи стабілізації температури, вимоги які пред'являються до них. Конструкції термостатів. Розрахунок теплової ізоляції термостатів.

III. Методи дослідження процесів теплообміну.

3.1. Математичні методи розрахунку процесів теплообміну.

Постановка крайових задач та класифікація методів розв'язання крайових задач. Особливості аналітичних та чисельних методів. Класичні методи: метод Фур'є, метод функцій Гріна, фундаментальні розв'язки рівнянь Лапласу та теплопровідності. Метод скінчених інтегральних перетворень. Рівняння для визначення ядра перетворення. Загальна схема застосування методу. Перетворення Лапласа (операційний метод), схема розв'язання задач за допомогою операційного методу. Знаходження оригіналу функції по її зображенню: теорема обернення, перша і друга теореми розкладання. Чисельне обернення перетворення Лапласа. Проекційні методи (зважених відхилів). Загальний підхід до методів зважених відхилів. Метод Бубнова-Гальоркіна, вибір наближеного розв'язку та процедура реалізації методу. Основні поняття методу скінчених різниць. Апроксимація першої похідної різницями "вперед" і "назад". Апроксимація першої похідної центральною різницею. Апроксимація другої похідної. Явна і неявна схеми. Види різницевих сіток. Шаблон. Поняття відхилу. Метод зменшення відхилу. Апроксимація диференційного рівняння і її порядок. Методи складання різницевих схем. Апроксимація крайових умов: засіб фіктивних точок. Основні поняття стійкості. Приклад нестійкої різницевої схеми. Ознака рівномірної стійкості. Ознака стійкості по правій частині. Принцип максимуму. Метод енергетичних нерівностей. Метод операторних нерівностей. Збіжність. Основна теорема збіжності. Оцінка точності різницевих схем. Теорема про порядок точності. Порівняння схем на тестах. Параболічні рівняння. Постановка задачі. Існування й унікальність розв'язку. Сімейство неявних схем. Апроксимація й стійкість. Сімейство неявних схем. Збіжність і монотонність. Необхідна і достатня умова монотонності. Схеми Річардсона і Дюфорта-Франкеля. Схема розрахунку, що біжить. Найкраща схема для рівняння теплопровідності зі змінним коефіцієнтом. Стійкість, збіжність і

монотонність найкращої схеми. Рівняння теплопровідності в криволінійних координатах. Квазілінійне рівняння теплопровідності: лінійний і нелінійний варіанти. Продовж-поперечна схема для багатовимірного рівняння теплопровідності. Локально-одновимірний метод для багатовимірного рівняння теплопровідності.

3.2. Експериментальні методи дослідження процесів теплообміну.

Методи моделювання задач конвективного теплообміну. Установки для дослідження конвективного теплообміну при вільному та вимушеному русі рідини. Аеродинамічні труби. Експериментальне дослідження полів температур та тисків в потоці. Оптичні методи дослідження потоків. Методи нагрівання робочих тіл та дільниць; вимірювання теплових потоків. Конструкції робочих дільниць для дослідження конвективного теплообміну. Визначення коефіцієнту теплопровідності методом плоскої стінки. Схема установки. Визначення залежності коефіцієнту теплопровідності від температури. Визначення місцевих коефіцієнтів тепловіддачі на поверхні вертикального циліндра при вільній конвекції. Визначення середнього коефіцієнту тепловіддачі на поверхні вертикального циліндра при вільній конвекції. Визначення коефіцієнту тепловіддачі на поверхні горизонтального циліндра при вільній конвекції. Визначення коефіцієнту тепловіддачі при вимушеному русі повітря в циліндричній трубі. Визначення коефіцієнту тепловіддачі методом регулярного режиму. Нагрівання та охолодження тіл. Визначення коефіцієнту температуропровідності методом регулярного режиму. Визначення коефіцієнту дифузії методом зважування. Визначення коефіцієнту масовіддачі при ізотермічній сушці. Визначення густини твердих тіл методом гідростатичного зважування. Метод кварцового дилатометра для визначення залежності густини твердих тіл від температури. Механічні пристрої для створення високих тисків. Створення високих тисків методом заморожування. Метод вимірювання високих тисків. Принципи роботи та конструктивні схеми пароежекторних насосів. Принципи роботи та конструктивні схеми механічних молекулярних насосів. Принципи роботи і характеристика дифузійного молекулярного насоса. Принципи роботи та конструктивні схеми іонних насосів. Принцип роботи гідростатичних манометрів. Принцип роботи компресійного манометру. Принцип роботи термомолекулярних манометрів. Принципи роботи в'язкісних манометрів. Манометри, робота яких базується на використанні теплопровідності газів. Принцип роботи і границі вимірювальних тисків термоелектронних іонізаційних манометрів.

3.3. Дослідження процесів теплообміну при фазових перетвореннях.

Дослідження умов виникнення та механізму кипіння, кризи теплообміну при кипінні. Методи імітації аварійних ситуацій теплообмінного устаткування. Методи дослідження теплообміну при конденсації пари, променевого та контактного теплообміну.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ФАХОВИХ ВИПРОБУВАНЬ

Екзаменаційний білет складається із 25 питань у формі тестів з закритою формою відповіді, на кожне екзаменаційне питання пропонується чотири варіанта відповіді. Серед запропонованих варіантів лише одна відповідь є вірною. Всі питання мають однакову вагу під час оцінювання, кількість балів, що нараховується за кожну правильну відповідь дорівнює 4 балам.

Максимальна можлива кількість балів яку можна отримати – 100.

Питання, що входять до складу білету мають відображати всі розділи програми фахових випробувань.

Структура екзаменаційного білету:

Номер розділу програми фахових випробувань	Назва розділу	Вид питання	Кількість питань в білеті	Максимальна кількість балів, що нараховується за одну правильну відповідь
1	Технічна термодинаміка	з закритою формою відповіді	9	4 бали
2	Тепломасообмін	з закритою формою відповіді	8	4 бали
3	Методи дослідження процесів тепломасообміну	з закритою формою відповіді	8	4 бали

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. – М.; Энергоиздат, 1981. – 485 с.
2. Беляев Н.М. Термодинамика.– К.: Вища школа, 1987.– 344 с.
3. Беляев Н.М., Рядно А.А. Методы теории теплопроводности. – Учеб. пособие для вузов. В 2-х частях. – М.: Высш. школа, 1982.
4. Никитенко Н.И. Теория тепломассопереноса. – К.; Наук. думка, 1983 с. – 349 с.
5. Тепло- и массообмен. Теплотехнический эксперимент: Справ. / Под общ. ред.. В.А. Григорьева и В.М.Зорина. – М.; Энергоиздат, 1982. – 512 с.
6. Лыков А.В. Тепломассообмен. – М.: Энергия, 1978. – 480 с.

7. Драганов Б.Х., Долинський А.А., Міщенко А.В. и др. Телотехніка: Підручник. К.; «ИНКОС», 2005. – 504 с.
8. Дреус А.Ю. Математичні методи дослідження теплообміну. Д.: Вид-во ДНУ, 2012, 130 с.
9. Буляндра О.Ф. Технічна термодинаміка. – К.; Вища школа, 2001. – 320 с.
10. Пасконов В.М. Численное моделирование процессов тепло- и массообмена. / В.М. Пасконов, В.И. Полежаев, Л.А. Чудов – М.: Наука, 1984. – 288 с.
11. Кутателадзе С.С. Теплопередача и гидродинамическое сопротивление.: Справочное пособие. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 367 с.

Завідувач кафедри
аерогідромеханіки та енергомасопереносу, проф.

Книш Л.І.