

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою

Теплоенергетичного факультету

Протокол № 7 від 26.02. 2018 р.

Голова Вченої ради

Є.М.Письменний



ПРОГРАМА

додаткового фахового випробування для вступу
на програму підготовки магістра за спеціальністю

144 Теплоенергетика

Програму рекомендовано кафедрами:

Атомних електричних станцій і інженерної теплофізики

Протокол № 9 від 13.02 2018 року

Завідувач кафедри _____ В.О.Туз

Теоретичної і промислової теплотехніки

Протокол № 9 від 21.02 2018 року

Завідувач кафедри _____ Г.В. Варламов

*Теплових енергетичних установок та теплових та
атомних електричних станцій*

Протокол № 8 від 14.02. 2018 року

Завідувач кафедри _____ О.Ю. Черноусенко

1. ВСТУП

Додаткове вступне випробування проводиться тільки для вступників, напрям підготовки (спеціальність, бакалаврат) яких не відповідає обраній для вступу на 5-й курс спеціальності.

Метою додаткового вступного випробування є виявлення достатнього рівня вступника в області напряму підготовки (спеціальності) обраної для вступу спеціалізації.

Додаткове вступне випробування проводиться у вигляді комплексного іспиту з наступних дисциплін: «Тепломасообмін», «Технічна термодинаміка», «Гідрогазодинаміка», «Теплогідравлічні процеси в енергетичних установках», «Теплообмінні апарати та теплоносії» та «Горіння палива та обладнання для його спалювання».

Додаткове вступне випробування проводиться письмово його тривалість складає дві академічні години (90 хвилин) без перерви. Білет містить чотири завдання, які обираються вступником за сліпим жеребом, і включає питання з кожної дисципліни програми комплексного фахового випробування. Теоретичне питання відповідно до програми вступних випробувань передбачає змістовне розкриття поставленого завдання. Виконання практичного завдання має складатися з постановочної частини задачі, яка в разі необхідності супроводжується пояснювальними рисунками, запису основних розрахункових співвідношень, виконання чисельного рішення і аналізу отриманих результатів.

Додаткове вступне випробування оцінюється за шкалою «зараховано», «незараховано». Особи, знання яких на додаткових вступних випробуваннях були оцінені як «незараховано», до участі в наступних вступних випробуваннях і в конкурсному відборі не допускаються і на навчання не зараховуються, незалежно від інших конкурсних показників.

2. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ІСПИТ

2.1. Дисципліна «Тепломасообмін»

1. Теплопровідність

1.1. Теплопровідність та теплопередача при стаціонарному тепловому режимі.

Поняття теплопровідності. Температурне поле. Температурний градієнт. Вектор щільності теплового потоку. Закон Фур'є і коефіцієнт теплопровідності. Диференційні рівняння теплопровідності і його окремі випадки. Математичний опис процесу теплопровідності. Закон Ньютона-Ріхмана. Коефіцієнт тепловіддачі. Конкретні задачі теплопровідності. Теплопровідність плоскої стінки. Контактний термічний опір. Методи зниження контактного опору. Теплопровідність багат шарової плоскої стінки. Теплопровідність одно шарової циліндричної стінки при граничних умовах I роду. Теплопровідність багат шарової циліндричної стінки при граничних умовах I роду. Теплопередача через плоску стінку. Коефіцієнт теплопередачі. Рівняння теплопередачі. Теплопередача через багат шарову плоску стінку. Теплопередача через одно шарову циліндричну стінку. Лінійний коефіцієнт теплопередачі. Лінійний термічний опір теплопередачі. Теплопередача через багат шарову циліндричну стінку. Теплопровідність сферичної стінки при граничних умовах I роду. Теплопровідність пластини при стаціонарному тепловому режимі та наявності внутрішніх джерел теплоти. Температурне поле пластини при стаціонарному тепловому режимі та наявності внутрішніх джерел теплоти. Теплопровідність циліндра при стаціонарному тепловому режимі та наявності внутрішніх джерел теплоти. Температурне поле циліндра при стаціонарному тепловому режимі та наявності внутрішніх джерел теплоти.

1.2. Конструктивні способи зміни інтенсивності теплопередачі.

Способи зміни інтенсивності теплопередачі. Конструктивні способи зміни інтенсивності теплопередачі. Плоска стінка. Критичний діаметр циліндричної стінки. Вибір матеріалу ізоляції. Шляхи інтенсифікації теплопередачі. Термічний опір теплопередачі. Можливості зниження термічного опору теплопередачі. Конструктивні способи зміни інтенсивності теплопередачі. Інтенсифікація теплообміну за рахунок оребрення. Типи оребрення. Диференційне рівняння теплопровідності прямого ребра довільного профілю. Пряме ребро прямокутного профілю.

Теплопровідність прямого ребра прямокутного профілю. Коефіцієнт ефективності ребра. Ребриста плоска стінка. Теплопередача через ребристу плоску стінку. Умови вигідності оребрення.

Теплопровідність кільцевого або шайбового ребра постійної товщини. Метод приблизного розрахунку коефіцієнта ефективності ребра круглого профілю.

1.3. Теплопровідність при нестационарному тепловому режимі.

Фізичні основи процесу нестационарної теплопровідності. Нестационарна теплопровідність пластини без внутрішніх джерел тепла. Диференційне рівняння, яке описує температурне поле при нестационарній теплопровідності пластини без внутрішніх джерел тепла. Аналіз рішення диференційного рівняння, яке описує температурне поле при нестационарній теплопровідності пластини без внутрішніх джерел тепла. Нестационарна теплопровідність циліндру без внутрішніх джерел тепла. Диференційне рівняння, яке описує температурне поле при нестационарній теплопровідності циліндру без внутрішніх джерел тепла. Аналіз рішення диференційного рівняння, яке описує температурне поле при нестационарній теплопровідності циліндру без внутрішніх джерел тепла.

2. Конвективний теплообмін

2.1. Фізичні основи процесу теплопередачі.

Фізичні основи процесу теплопередачі. Конвективний теплообмін. Закон Ньютона-Ріхмана і коефіцієнт тепловіддачі. Поняття про пограничний шар. Ламінарна та турбулентна течія. Механізм переносу теплоти від газу до стінки при ламінарній та турбулентній течії. Вплив різноманітних факторів на величину коефіцієнта тепловіддачі. Математичний опис процесів конвективного теплообміну. Диференційне рівняння енергії. Диференційне рівняння руху. Умови однозначності при описанні процесів конвективного теплообміну. Рівняння руху та енергії для турбулентного режиму руху рідини. Способи отримання розрахункових формул для визначення коефіцієнта тепловіддачі.

2.2. Основи теорії подібності фізичних явищ.

Основні поняття та визначення теорії подібності. Фізична основа теорії подібності. Інваріант подібності. Однойменні величини. Константи подібності. Теореми подібності. Аналогічні явища. Властивість констант подібності. Перша теорема подібності. Друга теорема подібності. Третя теорема подібності. Фізичний зміст чисел подібності. Число Нусельта. Число Пекле. Число Грасгофа. Число Ейлера. Число Прандтля. Число Стентона. Використання теорії подібності до явища тепловіддачі. Рівняння подібності.

2.3. Основи теорії пограничного шару.

Вступ в теорію пограничного шару. Диференційне рівняння динамічного пограничного шару. Методи теорії пограничного шару. Диференційні рівняння пограничного шару. Рішення диференційного рівняння динамічного пограничного шару. Оцінка порядку членів, що входять до рівняння.

2.4. Тепловіддача при зовнішньому обтіканні тіл.

Тепловіддача при течії на пластині. Вплив “зовнішньої” турбулентності, неізотермічності, поздовжнього градієнту тиску на пластині на перехід ламінарної течії у турбулентну. Перехід ламінарної течії у турбулентну на пластині. Тепловіддача пластини при ламінарній течії потоку. Тепловіддача пластини при турбулентній течії потоку. Визначення середнього коефіцієнту тепловіддачі при турбулентній течії теплоносія на

пластині. Тепловіддача при зовнішньому обтіканні тіл різноманітної форми. Тепловіддача при поперечному обтіканні циліндру. Вплив на тепловіддачу кута атаки. Тепловіддача при зовнішньому обтіканні пучків гладких труб.

2.5. Тепловіддача при примусовій течії рідини в трубах і каналах.

Особливості течії та теплообміну в трубах. Особливості течії рідини з постійними фізичними властивостями. Особливості теплообміну. Особливості ламінарної неізотермічної течії. Теплообмін при різних режимах течії рідини в трубах. В'язкістно- гравітаційний режим течії рідини в трубах. Тепловіддача при ламінарному режимі течії рідини в трубах. Рівняння подібності для визначення середнього коефіцієнту тепловіддачі. Тепловіддача при турбулентному режимі течії рідини в трубах. Тепловіддача при перехідному режимі течії рідини в трубах. Тепловіддача при течії рідини в трубах некруглого поперечного перерізу.

2.6. Тепловіддача при вільній конвекції.

Тепловіддача при вільній конвекції в необмеженому просторі. Фізичні основи тепловіддачі при вільній конвекції. Тепловіддача вертикальної поверхні. Тепловіддача при вільній конвекції біля горизонтальної труби. Тепловіддача при вільній конвекції біля горизонтальної плоскої поверхні. Тепловіддача при вільній конвекції в обмеженому просторі. Приблизний метод розрахунку тепловіддачі при вільній конвекції в необмеженому просторі. Рівняння подібності для визначення середнього коефіцієнту тепловіддачі. Тепловіддача при вільній конвекції в горизонтальних щілинах. Тепловіддача при вільній конвекції в вертикальних щілинах. Еквівалентний коефіцієнт теплопровідності. Тепловіддача при вільній конвекції у відкритих вертикальних каналах(щілинах).

3. Теплообмін при фазових переходах

3.1. Теплообмін при кипінні.

Відомості про будову рідини. Рух молекул рідини, поверхневий натяг, надлишок тиску, пов'язаний з поверхневим натягом. Змочуваність, краєвий кут змочування.

Внутрішні характеристики кипіння. Зародження бульбашок пари, критичний радіус. Швидкість росту парової бульбашки. Відривний діаметр бульбашки, її форма, частота відриву. Число діючих центрів пароутворення.

Інтенсивність теплообміну при кипінні у великому об'ємі. Класифікація видів кипіння. Розподіл температур в об'ємі киплячої рідини. Способи підводу тепла до поверхні (г.у. 1-го та 2-го роду). Крива кипіння, механізми, що використовуються для опису теплообміну при кипінні. 1-а та 2-га кризи кипіння.

Коефіцієнт тепловіддачі при кипінні у великому об'ємі. Модель Толубінського та його узагальнююча залежність, середня швидкість росту парової бульбашки за період. Безрозмірні експериментальні формули Лабунцова та Кутателадзе. Емпіричні формули для води.

Вплив незалежних параметрів на коефіцієнт тепловіддачі. Кризи кипіння. Параметри, що впливають на процес кипіння та їх вплив на інтенсивність теплообміну. Гідродинамічна теорія кризи Кутателадзе. Механізм теплообміну при плівковому кипінні рідини. Вплив швидкості потоку рідини на коефіцієнт тепловіддачі при кипінні.

Двофазний потік. Істинні та витратні характеристики двофазного потоку. Режими течії, зміна параметрів двофазного потоку по довжині парогенеруючої труби. Кризи тепловіддачі при протіканні двофазного потоку в круглій трубі.

3.2. Теплообмін при конденсації

Особливості течії та теплообміну при конденсації на поверхні. Основні уявлення про процес конденсації. Термічний опір плівки та термічний опір фазового переходу. Режими течії плівки конденсату (ламінарний, хвильовий, турбулентний).

Теплообмін при плівковій конденсації нерухомої пари. Постанова задачі

Нусельтом, аналітичне визначення коефіцієнта тепловіддачі при ламінарній течії. Локальний та середній коефіцієнти тепловіддачі. Формула Нусельта в безрозмірній формі. Конденсація на похилій поверхні та на горизонтальній трубі.

Вплив факторів, що не враховуються теорією Нуссельта. Вплив зміни

теплофізичних властивостей речовин, перегріву та вологості пари, вплив стану поверхні. Вплив хвильового та турбулентного режиму течії плівки конденсату. Вплив швидкості

пари. Теплообмін при конденсації на пучці горизонтальних труб. Теплообмін при конденсації всередині труб. Інтенсифікація теплообміну при конденсації.

4. Випромінювання

4.1. Теплообмін випромінюванням

Основні поняття та визначення теплообміну випромінюванням. Закони теплового випромінювання. Закон Планка, закон Стефана-Больцмана, закон Кірхгофа, закон Ламберта.

Теплообмін випромінюванням між тілами. Теплообмін випромінюванням між двома тілами, розділеними прозорим середовищем. Променевий теплообмін між двома паралельними поверхнями. Теплообмін за наявності екранів. Теплообмін випромінюванням між тілом та його оболонкою. Теплообмін випромінюванням між двома тілами, довільно розташованими в просторі. Кутові коефіцієнти випромінювання.

Теплообмін в поглинаючих і випромінюючих середовищах. Перенесення енергії випромінюванням в поглинаючому середовищі. Оптична товщина середовища. Особливості випромінювання газів та парів. Променевий теплообмін між газовим середовищем та оболонкою. Складний теплообмін.

2.2 Дисципліна «Гідродинаміка»

1. Основні поняття та закономірності

Сили й напруження, що діють в суцільних середовищах. Фізичні властивості, термодинамічні та гідромеханічні моделі рідин і газів. Відмінні особливості механіки рідини і газу;

2. Методи вивчення руху рідини

Методи вивчення руху, кінематичні поняття й характеристики руху рідких частинок і потоків. Кінематичні методи й поняття при вивченні руху рідин і газів. Модель руху рідкої частинки. Теорема Коші-Гельмгольца. Кінематичні теореми – Стокса та друга Гельмгольца. Метод Лагранжа; Метод Єйлера;

3. Основні відомості про рідке і газоподібне середовище

Маса. Густина. Вага. Тиск. Вакуум. Температура. Стисливість. Температурне розширення. Коефіцієнт динамічної в'язкості. Коефіцієнт кінематичної в'язкості.

4. Явища на поверхні розділу фаз

Змочування рідиною твердої поверхні. Крайовий кут змочування. Вільна поверхнева енергія. Коефіцієнт поверхневого натягу. Явища у капілярах. Капілярний тиск.

5. Сили діючі в рідинах та газах

Масові сили (сили ваги, інерції, електричні). Поверхневі сили (нормальні складові, тангенціальні складові).

6. Статика

Основне гідростатичне рівняння. Рівняння для крапельних рідин. Рівняння для газів. Гідростатичний парадокс. Гідростатичний тиск. Поверхня сталого тиску рідини та її рівняння. Рівняння розподілу гідростатичного тиску. Тиск рідини на плоскі і криволінійні поверхні. Використання законів гідростатики при обґрунтуванні дії різних пристроїв. Манометри та вакууметри. Сполучені посудини. Гідравлічний прес та домкрат. Закон Паскаля. Закон Архімеда. Плавання тіл та закони остійності плаваючих тіл у рідині. Центр тиску.

7. Кінематика

Скалярні і векторні поля. Поверхня рівня. Векторні лінії і трубки. Поле швидкостей. Лінії току і траєкторії. Трубка току, струмінь, потік швидкості. Особливі точки. Розкладення руху рідкої частки.

8. Динаміка

Гідравлічне рівняння нерозривності (нестислива рідина). Гідравлічне руху ідеальної рідини. Інтеграл Бернуллі для елементарного струменя ідеальної рідини. Інтеграл Бернуллі для потоку ідеальної рідини. Інтеграл Бернуллі для потоку реальної рідини. Коефіцієнт Коріоліса. Геометрична інтерпретація інтеграла Бернуллі. Енергетична інтерпретація інтеграла Бернуллі. Динамічний напір. П'єзометричний напір. Нівелірна висота. Поняття про пограничний шар. Умови появи пограничного шару. Ламінарний пограничний шар. Турбулентний пограничний шар. Умови переходу ламінарного пограничного шару в турбулентний. Ламінарний прошарок турбулентного пограничного шару. Рух реальних рідин і газів у трубах. Режими течії. Розподіл швидкості по перерізу труби. Ділянка гідродинамічної стабілізації. Гідравлічний опір при русі рідин і газів у трубопроводі. Втрати тиску в трубі по її довжині. Місцеві втрати тиску. Еквівалентна довжина при визначенні місцевих втрат тиску.

2.3 Дисципліна «Технічна термодинаміка»

1. Перший закон термодинаміки

Система і стан. Контрольна поверхня. Термодинамічний процес. Робота і теплота. Термічні та калоричні параметри. Матеріальний баланс. Перший закон термодинаміки для закритих систем. Перший закон термодинаміки для відкритих систем. Дві форми запису першого закону термодинаміки. Теплоємність. Визначення теплоємності за молекулярно-кінетичною теорією та за допомогою таблиць. Теплоємність суміші газів.

2. Другий закон термодинаміки

Формулювання другого закону термодинаміки. Цикл Карно. Теореми Карно. Ентропія і другий закон. Ентропія і термодинамічна вірогідність. Основна термодинамічна тотожність – об'єднання першого і другого законів термодинаміки. Ексергія – міра якості енергоресурсів. Вплив необоротностей на втрати ексергії.

3. Загальні співвідношення між термодинамічними величинами.

Основні математичні методи. Рівняння Максвелла. Частинні похідні внутрішньої енергії та ентальпії. Диференціальні рівняння для теплоємності.

4. Ідеальний газ

Закони ідеального газу. Рівняння стану для ідеального газу. Теплоємність. Визначення теплоємності за молекулярно-кінетичною теорією та за допомогою таблиць. Теплоємність суміші газів. Термічні параметри. Калоричні параметри. Термодинамічні процеси з ідеальними газами. Ізохорний процес. Ізобарний процес. Ізотермічний процес. Адіабатний процес. Політропний процес і його узагальнююче значення.

5. Реальний газ.

Загальні властивості реальних газів. Таблиці і діаграми для газів і рідин. Термодинамічні процеси з реальними газами.

6. Вологе повітря

Поняття про вологе повітря. Характеристики вологого повітря. Діаграма вологого повітря. Розрахунки процесів вологого повітря.

7. Термодинаміка потоку

Рівняння першого закону термодинаміки для потоку. Адіабатна течія в соплах і дифузорах. Витікання газів і пари. Просте і складне сопла. Дроселювання газів і пари.

8. Прямі цикли

8.1 Прямий цикл (робоче тіло – ідеальний газ)

Нагнітання газів і пари. Цикли газотурбінних установок і методи підвищення їх ефективності. Регенерація. Цикли двигунів внутрішнього згорання і реактивних двигунів.

8.2 Прямий цикл (робоче тіло – реальний газ)

Простий паросиловий цикл. Удосконалення циклів паросилових установок. Проміжний перегрів. Регенерація. Термодинамічні основи теплофікації. Комбінований цикл.

9. Зворотні цикли

Холодильна установка. Цикл повітряної холодильної установки. Цикл парокомпресійної холодильної установки. Теплонасосні установки.

2.4 Дисципліна “ Теплогідравлічні процеси в енергетичних установках”

1. Фізика процесів генерації парової фази.

1.1 Закономірність зародження, зростання, відриву та руху парових бульбашок.

1.2 Механізм процесу теплообміну при пухирковому кипінні. Крива кипіння.

1.3 Теплообмін при плівковому кипінні.

2. Теплогідравлічні режими двофазних потоків.

2.1 Структурні зміни пароводяного потоку в парогенеруючих елементах. Режими руху.

2.2 Фізичні особливості процесів гідродинаміки та теплообміну у парогенеруючих каналах.

3. Рух двофазного потоку у парогенеруючих каналах.

3.1 Основи розрахунку гідравлічного опору каналів ядерних реакторів в умовах руху через них однофазних потоків.

3.2 Основи розрахунку гідравлічного опору каналів ядерних реакторів в умовах руху через них двофазних потоків.

4. Рух двофазного потоку у циліндричних та кільцевих каналах.

4.1 Гідравлічний опір тертя при русі однофазних потоків теплоносія.

4.2 Гідравлічний опір тертя при русі двофазних потоків теплоносія.

5. Невимушена циркуляція теплоносія в циркуляційних контурах енергетичних установок.

5.1 Визначення рушійного та корисного напорів циркуляції.

5.2 Графоаналітичний метод розрахунку циркуляції в простих та складних циркуляційних контурах.

5.3 Оцінка надійності невимушеної циркуляції.

6. Вимушена циркуляція теплоносія в циркуляційних контурах енергетичних установок.

6.1 Гідродинамічні характеристики поверхонь, що обігриваються.

6.2 Теплогідравлічна розвірка паралельних каналів.

6.3 Методи запобігання пульсації теплоносія в циркуляційних контурах енергетичних установок.

7. Процеси теплопереносу у випарювальних елементах енергетичних установок.

7.1 Теплообмін на занурених парогенеруючих поверхнях тепловіддачі.

7.2 Теплообмін у парогенеруючих каналах в умовах вимушеного руху теплоносія.

8. Визначення гранично допустимих теплових навантажень поверхонь тепловіддачі у високофорсованих теплообмінних апаратах.

8.1 Механізм кризи тепловіддачі при кипінні теплоносія на занурених поверхнях тепловіддачі.

8.2 Критична щільність теплового потоку при кипінні теплоносія на занурених поверхнях тепловіддачі.

8.3 Критична щільність теплового потоку при кипінні теплоносія у парогенеруючих каналах в умовах вимушеного руху теплоносія.

2.5 Теплообмінні апарати та теплоносії

1. Класифікація ТОА за функціональними ознаками. Області застосування. Схеми руху теплоносіїв. Діаграми розподілу температур в ТОА

2. Поняття конструктивного та перевірного теплового розрахунку. Рівняння теплового балансу. Рівняння теплопередачі. Визначення середнього температурного напору при протічанні та прямотечії.

3. Конструктивний метод розрахунку ТОА. Загальні рекомендації виконання розрахунку, його послідовність.

4. Гідрравлічний розрахунок ТОА, завдання розрахунку. Повний гідрравлічний опір. Опір тертя, місцевий опір (в тому числі пучка труб), опір прискорення та самотяги. Коефіцієнт впливу структури потоку. Вплив паровмісту на гідрравлічний опір. Потужність, яка необхідна для переміщення теплоносія.

5. Розрахунок на міцність циліндричних посудин. Номінальні допустимі напруги матеріалів. Визначення коефіцієнтів міцності поодиноких отворів та ряду отворів (зміцнених і незміцнених).

2.6 Дисципліна «Горіння палива та обладнання для його спалювання»

1. Енергетичне паливо. Матеріальний баланс процесів горіння

1.1. Енергетичне паливо та термохімія реакцій горіння

Загальна класифікація та види енергетичних та технологічних палив. Паливний баланс України та перспективи його розвитку. Історія розвитку та стан енергетики України. Походження та фізичні властивості викопних газоподібних, рідких та твердих палив. Природний газ, нафта та її походження, торф, буре, кам'яне вугілля, антрацит. Енергетичні характеристики палив. Склад та теплотехнічні характеристики палив. Поняття про хімічний та елементарний склад палива. Робоча, суха, горюча та органічна маса палива, волога, домішки. Формули взаємного перерахунку складу палив.

1.2. Матеріальний баланс процесів горіння

Теплота спалювання палива. Розрахункові та експериментальні методи визначення теплоти спалювання. Основні термохімічні рівняння горіння палив. Коефіцієнт надлишку повітря. Тепловий баланс адіабатичного процесу горіння. Жаропродуктивність палива. Калориметрична, теоретична, дійсна температури горіння.

2. Основні положення теорії горіння

2.1. Хімічна рівновага реакцій горіння

Хімічна рівновага і закон діючих мас. Порядок реакції. Кінетичне рівняння реакцій 1 та 11 порядків. Залежність швидкості хімічної реакції від температури, тиску, складу суміші. Ланцюгові реакції горіння, їхній механізм та кінетика.

2.2. Процеси запалювання та розповсюдження полум'я

Стационарна теорія самоzapalювання сумішей. Індукційний період самоzapalювання. Примусове запалювання, методи та засоби. Концентраційні межі запалювання та горіння. Розповсюдження полум'я в газових сумішах. Нормальна, масова швидкості розповсюдження

полум'я, вплив різних факторів. Дифузія і масообмін. Турбулентність, характеристики турбулентності. Процеси сумішоутворення, ламінарна та турбулентна дифузія.

2.3. Аеродинаміка струменевої течії в пальникових пристроях

Елементи теорії турбулентних струменів. Ізотермічний турбулентний, вільний струмінь, характеристики течії та сумішоутворення. Закручені турбулентні струмені. Відносний рух часток в потоці. Засоби організації закручування повітряного потоку

3. Теоретичні основи та особливості горіння газоподібних палив

3.1. Основні положення теорії ламінарного горіння

Спалювання однорідної газової суміші. Ламінарний режим горіння. Особливості кінетичного горіння попередньо-перемішаних газових сумішей. Розповсюдження полум'я в турбулентному потоці. Турбулентне горіння однорідної газової суміші.

3.2. Кінетичне горіння попередньо перемішаних газових сумішей

Сталість горінні газових сумішей, явища проскоку та відриву полум'я. Технічні засоби запобігання проскоку полум'я в пальникових пристроях. Штучна стабілізація горіння полум'я – теплова, аеродинамічна. Основні теорії стабілізації горіння. Особливості утворення зони зворотніх потоків за погано обтічними тілами та в закручених потоках. Засоби інтенсифікації процесів горіння. Основні методи впливу на інтенсивність сумішоутворення і горіння палив.

3.3. Дифузійне горіння газів

Сутність дифузійного горіння палив. Основні відмінності дифузійного факелу. Основні фактори впливу на інтенсивність та довжину дифузійного факелу. Основні методи спалювання газоподібного палива та класифікація пальникових пристроїв. Вимоги до пальників. Пальникові пристрої промислових та енергетичних котлів.

4. Спалювання рідкого палива в промисловості та енергетиці

4.1. Особливості процесу горіння рідкого палива

Запалювання та механізм горіння рідкого палива. Випаровування та горіння рідкого палива на відкритій поверхні. Основні схеми горіння рідкого палива. Розпилювання рідкого палива. Основні положення механічного та аеродинамічного розпилювання. Основні схеми механічних та аеродинамічних форсунок. Енергетичні та промислові пальника для спалювання рідкого палива. Газомазутні топки енергетичних котлів.

5. Особливості спалювання твердих палив в промислових та енергетичних установках

5.1. Теорії горіння часток твердого палива.

Теорія гетерогенного горіння та хімічного реагування вуглецю, швидкість горіння.

Теорія горіння приведеної півки.

5.2. Особливості горіння пиловугільних палив.

Загальні характеристики процесу горіння пиловугільних палив. Горіння монодисперсного пилу в факелі. Топки енергетичних котлів для спалювання пиловугільного палива. Метод організації горіння та топкові пристрої для спалювання палив в киплячому шарі. Особливості конструкцій топков для спалювання палив в киплячому шарі.

ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

Для виконання практичного завдання комплексного фахового випробування передбачено використання довідкового матеріалу (таблиці властивостей, графіки, номограми) та інженерних калькуляторів.

РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНКИ РІВНЯ ПІДГОТОВКИ ВСТУПНИКІВ

Рейтинг (чисельний еквівалент оцінки з додаткового вступного випробування Ф) враховує рівень знань і умінь, які вступник виявив при виконанні додаткового вступного випробування. Кількість балів, набраних на іспиті (Ф), формується як сума балів, нарахованих вступнику за виконання кожного завдання додаткового вступного випробування. З дисциплін “Теплогідравлічні процеси в енергетичних установках” та “Топочні процеси” білет включає по одному питанню, а з дисципліни “Тепломасообмін” – два. Загалом білет містить чотири питання.

Оцінювання кожного завдання виконується за рейтинговою системою згідно таблиці 1.

Таблиця 1 – Розрахунок оцінки виконання окремих завдань додаткового вступного випробування

Характер виконання завдання	Кількість рейтингових балів
Вступник змістовно і обґрунтовано розкрив теоретичне питання (не менше 95% потрібної інформації). Або виконав практичне завдання без помилок і отримав вірну відповідь, надав обґрунтований аналіз одержаних результатів. Допускається одне незначне виправлення.	25
Вступник змістовно розкрив теоретичне питання, але обґрунтування виконано недостатньо (не менше 85% потрібної інформації). Або виконав практичне завдання без помилок і отримав вірну відповідь, але надав аналіз одержаних результатів без обґрунтування. Допускається два незначних виправлення	23...24
Вступник змістовно розкрив теоретичне питання (не менше 75% потрібної інформації). Або виконав практичне завдання з несуттєвими неточностями, які не в повній мірі відображають фізику процесу, отримав відповідь, надав аналіз одержаних результатів. Допускається три незначних виправлення.	21...22
Вступник розкрив теоретичне питання (не менше 65% потрібної інформації). Або виконав практичне завдання з помилкою, яка призвела до кінцевої відповіді з певними недоліками, надав аналіз одержаних результатів. Допускається чотири незначних виправлення.	18...20
Вступник розкрив теоретичне питання, але недостатньо (не менше 60% потрібної інформації). Або виконав практичне завдання з певними помилками, які призвели до неправильної кінцевої відповіді, надав аналіз одержаних результатів. Допускається п'ять незначних виправлень.	15...17
Вступник не розкрив теоретичне питання (менше 59% потрібної інформації), чи надав відповідь, яка не відповідає сутності завдання. Або для практичного завдання виконав лише постановочну частину і запис окремих формул. Розрахунки не виконані, або містять грубі помилки. Кінцева відповідь відсутня, або є неправильною. Кількість виправлень – більше п'яти	14 і менше

При виконанні вимог, наведених в колонці “Характер виконання завдання”, вступник має змогу отримати максимальну кількість балів з діапазону, вказаного в тому ж рядку в колонці “Кількість балів”, за умови відсутності штрафних балів. Штрафні бали можуть нараховуватись за наступне:

порушення логічної послідовності викладення матеріалу 1...3 штрафні бали;

окремі, дещо нечіткі формулювання, які допускають неоднозначні тлумачення 1 штрафний бал за кожне таке формулювання;

порушення масштабу при зображеннях залежностей на графіках, відсутність позначень величин на осях графіків 1 штрафний бал за кожний з вказаних недоліків;

стилістичні та граматичні помилки 1 штрафний бал за кожну з помилок;

неохайно написаний текст відповіді із значною кількістю виправлень, що суттєво ускладнює сприйняття відповіді 1...3 штрафні бали.

Загальний показник Φ визначається, як сума значення балів, нарахованих вступнику за окремі завдання додаткового вступного випробування: $\Phi = \Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3 + \Phi_4$.

Для переведення сумарного рейтингу RD у традиційні оцінки слід користуватися таблицею 2.

Таблиця 2 – Відповідність сумарного рейтингу Φ традиційним оцінкам

Значення Φ	Оцінка традиційна
95 - 100	Зараховано
85 - 94	
75 - 84	
65 - 74	
60 - 64	
59 і менше	не зараховано, вступник не допускається до конкурсного відбору

ПРИКЛАД ТИПОВОГО ЗАВДАННЯ ДОДАТКОВОГО ФАХОВОГО ВИПРОБУВАННЯ

Форма № Н-5.05

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

(повне найменування вищого навчального закладу)

Освітній ступінь магістр
Спеціальність 144 Теплоенергетика
(назва)
Навчальна дисципліна Додаткове фахове випробування

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №

1. Надайте відповіді на наступні питання

Сформулюйте математичний опис процесу теплопровідності.

Розкрийте поняття градієнту температури, який напрям має його вектор?

Поясніть, від яких факторів залежить коефіцієнт теплопровідності?

Вкажіть, яке число подібності характеризує співвідношення теплоти, що переноситься конвекцією до теплоти, яка переноситься теплопровідністю?

2. Виконайте рішення практичного завдання.

Ізоляція печі складається з шарів вогнетривкої цегли товщиною $l_1 = 250$ мм і червоної

цегли товщиною $l_2 = 250$ мм з коефіцієнтами теплопровідності відповідно

$\lambda_1 = 0,83$ Вт/(мК) та $\lambda_2 = 0,7$ Вт/(мК). Коефіцієнт тепловіддачі від газів до стінки

$\alpha_1 = 93$ Вт/(м²К) і від стінки до оточуючого повітря $\alpha_2 = 12$ Вт/(м²К). Визначити

величину коефіцієнта теплопередачі, та температуру між шарами цегли. Відомо, що температура у приміщенні складає 30 С, а густина теплового потоку дорівнює 550 Вт/м².

3. Виконайте рішення практичного завдання.

Визначте, якою буде об'ємна витрата пари в м³/год, що рухається зі середньою швидкістю

15 м/с у циліндричному трубопроводі з внутрішнім діаметром $d = 0,2$ м ?

4. Виконати рішення практичного завдання.

Визначити теплову потужність теплообмінного апарату (парогенератора), що виробляє

396 т насиченої пари за годину, ентальпія живильної води $i_{ж.в.} = 852,4$ кДж/кг; теплота

пароутворення $r = 1900,5$ кДж/кг; ентальпія води на лінії насичення $i_s = 897,7$ кДж/кг.

Затверджено на засіданні кафедри

Протокол № _____ від « _____ » _____ 20 _____ року

Зав. кафедри

_____ (підпис)



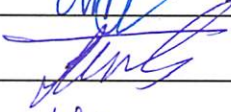
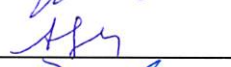
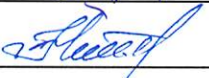

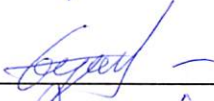
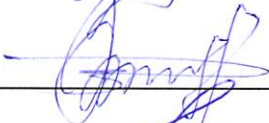



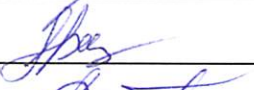
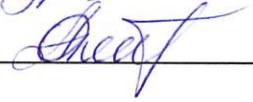
_____ (прізвище та ініціали)

ЛІТЕРАТУРА

1. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел Л.С. Теплопередача . М.: Энергия. 1975 г.
2. Михеев М.А., Михеева И.Н. Основы теплопередачи. М.: «Энергия», 1977 г.
3. Петухов Б.С., Генин Л.Г., Ковалев С.А. Теплообмен в ядерных энергетических установках. М: Энергоатомиздат, 1986 г.
4. Галин Н.М., Кириллов П.Л. Тепло-массообмен (в ядерной энергетике). М: Энергоатомиздат, 1987 г.
5. Краснощеков Е.А., Сукомел А.С. Задачник по теплопередаче. М: «Энергия», 1975.
6. Дейч М.Е., Зарянкин А.Е. Газодинамика.-М.: Энергоатомиздат, 1984.-384с.
7. Дмитриевский В.И. «Гидромеханика».-М.: «Морской транспорт», 1984. с
8. Кутепов А.М., Стерман Л.С., Стюшин Н.Г. Гидродинамика и теплообмен при парообразовании.-М.: «Высшая школа», 1986- с.328.
9. Емцев Б. Т. Техническая гидромеханика.- М. : «Машиностроение», 1987.384с.
10. Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейдлин А.Е. Техническая термодинамика: Учебник - 4-е изд., перераб.- М.: Энергоатомиздат, 1983.-416с.
11. Сборник задач по технической термодинамике: Учебное пособие / Андрианова Т.Н., Дзампов Б.В., Зубарев В.Н., Ремизов С.А. - 3-е изд., перераб. -М.: Энергоиздат, 1981.-240 с.
12. Зубарев В.Н., Александров А.А., Охотин В.С. Практикум по технической термодинамике. Учебное пособие.- 3-е изд., перераб. -М.: Энергоатомиздат, 1986.- 304 с.
13. Ривкин С.Л. Термодинамические свойства газов: Справочник. 4-е изд. - М.: Энергоатомиздат, 1987.- 288 с.
14. Ривкин С.Л., Александров А.А. Термодинамические свойства воды и водяного пара: Справочник. -М.: Энергоиздат, 1984. -80 с.
15. Костенко Г.М. Технічна термодинаміка. Учебний посібник. -К.: Держ. видав-во техн. літ-ри, 1958.-419 с.
16. Кириллов П.Л., Юрьев Ю.С., Бобков В.П. Справочник по теплогидравлическим расчетам (ядерные реакторы, теплообменники, парогенераторы), - М.: Энергоатомиздат, 1984, - 294с..
17. Исаченко В.П. Теплообмен при конденсации. М., Энергия, 1977, 240 с.
18. Кутепов А.М., Стерман Л.С., Стюшин Н.Г. Гидродинамика и теплообмен при парообразовании, - М.: Высшая школа, 1977, - 352с.
19. Делайе Дж., Гио М., Ритмюллер М. Теплообмен и гидродинамика в атомной и тепловой энергетике. /Пер. с англ. Под ред. П.Л. Кириллова / - М.: Энергоатомиздат, 1984, - 422с.
20. Справочник по теплообменникам в 2-х томах. Т.2., пер.с англ. под ред. Мартыненко О.Г. и др. М.: Энергоиздат, 1987 г. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел Л.С. Теплопередача. М.: Энергия. 1975 г.
21. Кириллов П.Л., Юрьев Ю.С., Бобков В.П. Справочник по теплогидравлическим расчетам. М.: Энергоиздат, 1984.
22. Бакластов А.М., Горбенко В.А., Удыма П.Г. Проектирование, монтаж и эксплуатация
23. теплообменных установок. М: Энергоиздат, 1981 г.
24. Бакластов А.М. Проектирование, монтаж и эксплуатация теплоиспользующих установок. М.: «Энергия», 1970.
25. Григорьев В.А., Крохин Ю.И. Тепло- и массообменные аппараты криогенной техники. М.: Энергоиздат, 1982 г.
26. Хзмалян Д.М., Каган Я.А. Теория горения и топочные устройств / Под ред. Д.М.Хзмаляна. - М.: Энергия. - 1976. – 488 с.
27. . Спейшер В.А. Сжигание газа на электростанциях и в промышленности. - М.: Энергия. - 1967. – 251 с.
28. Основы практической теории горения / Под ред. В.В. Померанцева. - Л.: Энергия - 1973. – 264 с.
29. Лушпа А.И. Основы химической термодинамики и кинетики химических реакций. - М.: Машиностроение - 1981. – 240 с.

30. Раушенбах Б.В., Белый С.А., Беспалов И.В. и др. Физические основы рабочего процесса в камерах сгорания воздушно-реактивных двигателей. – М.: Машиностроение. - 1964. – 526 с.
31. Хзмалян Д.М. Теория топочных процессов. – М.: Энергоатомиздат. - 1990. – 352 с.
32. Кнорре Г.Ф., Арефьев К.М., Блох А.Г. и др. Теория топочных процессов. – М., Л.: Энергия. - 1966. – 491 с.
33. Равич М.Б. Упрощенная методика теплотехнических расчетов. Теплотехнические расчеты по упрощенным константам продуктов сгорания. – М.: Наука. - 1966. – 415 с.
34. Шагалова С.Л., Шницер И.Н. Сжигание твердого топлива в топках парогенераторов. – Л.: Энергия. - 1976. – 176 с.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ

д.т.н., проф. каф. ТПТ		Варламов Г.Б.
д.т.н., проф. каф. ТПТ		Безродний М.К.
к.т.н., доц. каф. ТПТ		Барабаш П.О.
к.т.н., асист. каф. ТПТ		Соломаха А.С.
к.т.н., асист. каф. ТПТ		Притула Н.О.
д.т.н., проф. каф. ТЕУТ та АЕС		Черноусенко О.Ю.
к.т.н., доц. каф. ТЕУТ та АЕС		Бутовський Л.С.
к.т.н., ст. викл. каф. ТЕУТ та АЕС		Сірий О.А.
д.т.н., проф. каф. АЕС і ІТФ		Туз В.О.
к.т.н., доц. каф. АЕС і ІТФ		Шевель Є.В.
к.т.н., доц. каф. АЕС і ІТФ		Лебедь Н.Л.
к.т.н., доц. каф. АЕС і ІТФ		Баранюк О.В.
ас. каф. АЕС і ІТФ		Алексеїк О.С.