

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



С.М.Письменний

М.П.

ПРОГРАМА

комплексного 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

Мета вступного випробування – визначення рівня набутих теоретичних та практичних знань, їх використання при дослідженні та вирішенні конкретних наукових, науково-технічних задач, а також визначення ступеню підготовки вступників до самостійної роботи в умовах сучасного навчального процесу.

Вступне випробування проводиться у вигляді комплексного іспиту з таких фахових дисциплін спеціальності Теплоенергетика: «Тепломасообмін», «Технічна термодинаміка», «Гідрогазодинаміка», «Теплові та атомні електростанції», «Моделювання ТФ процесів на ЕОМ» та «Методи дослідження теплофізичних властивостей речовин».

Вступники повинні продемонструвати і підтвердити відповідний рівень теоретичних та практичних знань, отриманих при вивченні даних дисциплін.

Комплексне фахове випробування проводиться письмово його тривалість складає дві академічні години (90 хвилин) без перерви. Білет містить три завдання, які обираються вступником за сліпим жеребом, і включає три питання з трьох будь-яких дисципліни програми комплексного фахового випробування. Теоретичне питання відповідно до програми вступних випробувань передбачає змістовне і обґрунтоване 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 обґрунтованого аналізу отриманих результатів.

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. Постановка 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 Ейлера;

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 «Теплові та атомні електростанції»

1. Тенденції розвитку енергетики світу.

Особливості, стан та модернізації ТЕС України. Міжнародні зв'язки. «Енергетична стратегія України на період до 2030 року» та подальша перспектива. ТЕС та АЕС як промислові підприємства. Особливості. Технічні та економічні вимоги до ТЕС та АЕС. Типи та класифікація електростанцій, що працюють на різних видах палива в енергосистемі. Енергетичні ресурси.

Питання економіки та екології енергетики. Графіки навантаження споживачів електричної та теплової енергії. Режими роботи електростанцій. Резерви потужностей енергосистем.

2. Теплова економічність та енергетичні показники електростанцій.

Технологічні схеми паротурбінних електростанцій, їх термодинамічні цикли. Цехова структура. Термодинамічні основи роботи ТЕС. Система К.К.Д. Простіші теплові схеми ТЕС і АЕС. Питомі показники КЕС. Витрати електроенергії на власні потреби. Особливості розрахунку теплової економічності ТЕЦ, система ККД. Простіші теплові схеми ТЕЦ різного призначення та початкових параметрів пари. ТЕЦ м. Києва (потужність, параметри пари, паливо, обладнання). Цикли Карно та Ренкіна для ТЕС та АЕС при реальних параметрах пари.

3. Способи підвищення теплової економічності паротурбінних електростанцій.

Оцінка та аналіз показників теплової економічності АЕС різного типу. Схеми. Вплив кінцевих та початкових параметрів пари ТЕС та АЕС на надійність та економічність роботи. Вибір кінцевих параметрів пари. Вибір початкових параметрів пари на ТЕС та АЕС. „Сполучені” початкові параметри пари ТЕС.

Проміжний перегрів пари. Термодинамічні основи. Реалізація способу. Вибір параметрів проміжного перегріву на КЕС та ТЕЦ. Вплив проміжного перегріву на економічність, надійність та маневреність енергоблоків. Технологічна схема ТЕС з промперегрівом. Системи захисту. Витрати пари на турбіни з промперегрівом. Схеми промперегріву на АЕС. Способи зниження вологості пари в циклах АЕС. Сепарація пари. Аналіз економічності АЕС в порівнянні з ТЕС.

Підвищення економічності діючих електростанцій шляхом розширення ТЕС надбудовою та прибудовою. Схеми. Порівняння способів. Техніко-економічні показники модернізованих ТЕС.

Регенеративний підігрів живильної води та конденсату на ТЕС та АЕС. Термодинамічні основи способу. Вибір оптимальної температури живильної води, кількості та параметри відборів пари. Розподіл підігріву води за ступенями регенерації. Вплив способу на надійність, економічність та вартість обладнання теплових схем ТЕС та АЕС. Особливість розподілу підігріву води за ступенями регенерації на ТЕС з промперегрівом.

Типи та конструкції регенеративних підігрівачів. Аналіз економічності, експлуатаційної надійності, капітальних витрат. Вибір типу регенеративних підігрівачів живильної води та конденсату.

Способи та схеми зливу дренажу поверхневих регенеративних підігрівачів. Виносні та вбудовані охолоджувачі пари та дренажу. Схеми вмикання. Особливості систем регенерації високого та низького тиску на ТЕС та АЕС різної потужності та параметрів.

4. Баланси пари та води в контурах ТЕС та АЕС. Способи утилізації збитків пари та конденсату.

Втрата пари та конденсату на ТЕС та АЕС. Вплив збитків води та пари на економічність роботи електростанцій. Способи підготовки додаткової води. Утилізація збитків пари та конденсату на ТЕС. Теплові та соляні баланси.

Термічна водопідготовка. Випарні установки ТЕС. Типи. Конструкції. Варіанти включення в теплові схеми паротурбінної установки ТЕС, АЕС. Аналіз. Вибір варіанту. Багатоступеневі випарювальні установки. Схеми продувки котлів та випарних установок ТЕС.

Обробка води на АЕС різного типу. Схеми. Баланси пари та води на АЕС.

5. Деаерація води на ТЕС та АЕС.

Фізико-хімічні основи деаерації води. Вимоги до якості живильної води ТЕС та АЕС. Фактори, що впливають на ефективність деаерації води. Хімічні та термічні методи виділення кисню з живильної води ТЕС. Норми.

Змішувачий підігрівач - деаератор. Функції деаераторів в теплових схемах ТЕС та АЕС. Включення деаераторів в теплові схеми електростанцій.

Нейтрально-кисневий водно-хімічний режим на ТЕС. Умови реалізації. Бездеаераторні теплові схеми.

6. Складання та методика розрахунку принципів теплових схем ТЕС та АЕС.

Різновидності теплових схем ТЕС та АЕС. Призначення принципів теплових схем. Їх складання. Методики розрахунку теплових схем енергоблоків ТЕС та АЕС.

Живильні установки ТЕС та АЕС. Призначення. Типи живильних насосів. Схеми включення турбоприводів, одно- та двопідйомні схеми включення живильних насосів в теплові схеми. Особливості живильних насосів АЕС. Головні циркуляційні насоси АЕС.

Вибір потужності, типів та параметрів основних агрегатів електростанцій. Приклади, аналіз та порівняння теплових схем електростанцій (енергоблоки 210, 330, 600, 800 МВт).

7. Технологічна структура та елементи теплових схем ТЕС та АЕС.

Вибір типу, кількості деаераторів, регенеративних та мережних підігрівачів, конденсатних, дренажних насосів, РОУ, БРОУ та ін.

Вибір допоміжного обладнання котельного відділення ТЕС та реакторного відділення АЕС.

Трубопроводи електростанцій. Вимоги до трубопроводів ТЕС та АЕС. Класифікація за призначенням та параметрами речовин. Матеріали трубопроводів. Технічний розрахунок трубопроводів.

Арматура ТЕС та АЕС. Призначення. Класифікація. Типи. Надійність трубопровідних зв'язків електростанцій. Розгорнута схема головних паропроводів енергоблоку потужністю 200 МВт.

8. Комбінований виробіток електроенергії та теплоти.

Порівняння комбінованого виробітку електроенергії та теплоти на ТЕЦ з роздільною схемою енергопостачання. Вибір оптимального варіанту.

Заощадження палива та теплоти на ТЕЦ. Теплові схеми ТЕЦ. Енергетична ефективність теплофікації. Схеми.

Відпуск пари з ТЕЦ. Характеристика споживачів теплоти. Відкриті схеми відпуску пари з відборів, протитиску турбін, РОУ.

Закрита схема відпуску теплоти з використанням пароперетворювачів. Відпуск пари через термокомпресори.

Відпуск гарячої води з ТЕЦ. Теплофікаційні установки ТЕЦ. Техніко-економічні основи вибору коефіцієнтів теплофікації ТЕЦ. Мережеві підігрівачі. Пікові водогрійні котли.

Багатоступіневий підігрів мережної води і його теплова ефективність. Вибір оптимальної схеми відпуску гарячої води з ТЕЦ. Схеми теплопостачання.

9. Компоновка головних корпусів та генеральних планів ТЕС та АЕС.

Технічні та економічні вимоги до компоновки ГК. Варіанти компоновок. Зразки.

Вибір площі будування електростанції. Генеральні плани КЕС, ТЕЦ, АЕС. Питомі показники генплану.

10. Нові прогресивні методи отримання енергії та перспективи розвитку енергетики.

Газотурбінні електростанції. Параметри. Принципіальні теплові схеми. Шляхи підвищення економічності. Ефективність та надійність газотурбінних ТЕЦ. ГТУ утилізаційного типу. Газотурбінні надбудови енергоблоків ТЕС.

Парогазові електростанції. Схеми ПГУ, їх класифікація. Порівняння ПГУ з ГТУ за капітальними витратами та економічними показниками. Схеми ПГУ: на парогазовій суміші; з скиданням газів у топку котла; з високонапірним парогенератором. Перспективи використання ПГУ на ТЕС.

Геліоустановки. Геотермальні електростанції. Електростанції, які використовують енергію повітря. Приклади використання.

Воднева енергетика. Використання біомаси в енергетиці. Міжнародний та вітчизняний досвід.

Термоядерна енергетика. Перспективи розвитку.

2.5 Дисципліна «Моделювання теплофізичних процесів на ЕОМ»

1. Моделювання температурних режимів вузлів та деталей технічних пристроїв

1.1 Теплова схема технічного пристрою у зосереджених параметрах та її теплові баланси

Технічний пристрій (ТП) як система взаємо-пов'язаних тіл та потоків середовищ, що знаходяться у процесі теплообміну. Сутність моделювання ТП у зосереджених параметрах. Побудова спрощеної теплової схеми (ТС) двигуна внутрішнього згорання у зосереджених параметрах. Теплові баланси твердих тіл та потоків середовищ ТС ТП на поточний момент часу. Теплові баланси, які виражені через теплові провідності та середні температури твердих тіл і потоків середовищ. Визначення теплових потоків, які використовуються на зміну внутрішньої енергії тіл (акумульоване тепло) та ентальпії проточних середовищ. Визначення середньої температури проточного середовища з використанням коефіцієнту температурної нерівномірності. Розрахунок теплових провідностей між твердими тілами різної форми, тілами і середовищами. Вибір місця розташування точки зосередження параметрів тіла теплової схеми. Урахування в теплових провідностях контактного термічного опору. Розрахунок теплових провідностей для конкретних випадків: між тілами різної форми і різних матеріалів, між коаксіально розташованими циліндричними тілами (розташування типу „труба в трубі”), між тілами і середовищами.

1.2 Математична модель температурного режиму технічного пристрою, як системи тіл і середовищ у зосереджених параметрах

Математична модель (ММ) температурного режиму на основі теплової схеми. Вираз теплових балансів ТС через їх середні температури, теплові провідності і повні теплоємності тіл і середовищ. Аналіз ММ, як системи ДР 1-го порядку, що відображають теплові баланси ТС. Апроксимація похідних та складання розрахункової (різницевої) схеми ММ. Приведення розрахункової схеми до канонічного виду, її аналіз, вибір методу рішення.

1.3 Методи рішення розрахункових кінцево-різницевоїх схем математичної моделі температурного режиму теплової схеми технічного пристрою

Числовий розв'язок розрахункової схеми ММ температурного режиму системи тіл і середовищ за явною схемою Ейлера. Хід розв'язку розрахункової схеми ММ температурного режиму за явною схемою Ейлера на ЕОМ. Числовий розв'язок розрахункової схеми ММ температурного режиму системи тіл і середовищ за неявною схемою Ейлера. Приведення матричного рівняння РС ММ температурного режиму ТП до виду, що відповідає неявній схемі Ейлера. Аналіз рішення, отриманого числовими методами.

2 Моделювання температурного режиму термічно-небезпечних деталей технічних пристроїв.

2.1 Математична модель багатовимірного нестационарного температурного поля термічно-небезпечної деталі за методом розщеплення по локально-одномірній схемі

Математична модель двовимірного температурного поля термічно-небезпечної деталі (ТНД). Сутність методу розщеплення двовимірного нестационарного ДР теплопровідності на одномірні ДР по напрямках осей координат. Побудова математичної моделі двовимірного температурного поля ТНД з граничними умовами II-го роду, визначеними у розв'язку задачі температурного режиму ТП в зосереджених параметрах. Розщеплення математичної моделі температурного поля ТНД за локально-одномірною схемою. Аналіз математичної моделі температурного поля ТНД за принципом суперпозиції одномірного температурного поля у напрямку осі ОХ, та у напрямку осі ОУ. Температура двовимірного нестационарного температурного поля ТНД, як суперпозиція температур відповідних одномірних температурних полів по напрямках осей координат.

2.2 Розрахункова схема математичної моделі температурного поля термічно-небезпечної деталі

Розрахункова схема ММ температурного поля ТНД у напрямку осі ОХ (перша задача локально-одномірної схеми (ЛОС)). Розбивка області розв'язку задачі на смуги шириною Δy з адиабатними сторонами паралельними осі ОХ, та самих смуг на одномірну сітку з кроком

Δx Математична модель температурного поля смуги в напрямку осі ОХ. Складання розрахункової схеми – СЛАР 1-ої задачі ЛОС. Розв'язок теплових балансів граничних елементів смуги та їх апроксимація у розрахункові рівняння. Розрахункова схема математичної моделі температурного поля ТНД у напрямку осі ОУ (друга задача ЛОС). Аналіз теплових балансів граничних елементів смуги та їх апроксимація у розрахункові рівняння.

2.3 Числовий розв'язок розрахункової схеми температурного поля термічно-небезпечної деталі

Підготовка розрахункових схем 1-ї та 2-ї задачі ЛОС до розв'язку за методом прогонки. Приведення розрахункових схем 1-ї та 2-ї задачі ЛОС до канонічного виду. Аналіз матриць канонічних коефіцієнтів та обґрунтування вибору методу прогонки. Метод прогонки та його використання для розв'язку розрахункових схем 1-ї та 2-ї задач ЛОС. Складання розрахункових схем до розв'язку методом прогонки розрахункових схем 1-ї та 2-ї задач ЛОС. Блок-схема алгоритму розв'язку математичної моделі. Аналіз отриманого рішення.

3 Моделювання процесів конвективного теплообміну при ламінарній течії потоку в трубах

3.1 Математичний опис процесу конвективного теплообміну при ламінарній течії потоку в трубах

Диференційні рівняння конвективного теплообміну. Фізичний зміст системи ДР конвективного теплообміну без урахування стискання середовища та дисипації кінетичної енергії. Основні поняття конвективного теплообміну. Фізичний зміст ДР суцільності. Приведення ДР Нав'є-Стокса до умов руху неізотермічного потоку середовища. Межі застосування ДР конвективного теплообміну. Приведення ДР конвективного теплообміну до умов руху і теплообміну у ламінарному потоці середи.

3.2 Аналітичний розв'язок диференційного рівняння руху та його використання в математичній моделі температурного поля ламінарного потоку середовища у трубі

Фізична постановка задачі конвективного теплообміну при русі середовища у трубі. Математична модель температурного поля потоку середовища у трубі (ММ1) відповідно до умов прийнятої фізичної постановки задачі. Аналітичний розв'язок приведенного до умов задачі ДР руху Нав'є-Стокса. Аналіз отриманого рішення ДР руху Нав'є-Стокса. Математична модель

температурного поля потоку середовища у трубі (ММ2) з урахуванням аналітичного розв'язку ДР руху.

3.3 Числовий розв'язок розрахункової схеми математичної моделі температурного поля ламінарного потоку середовища у трубі з використанням методу прогонки

Складання розрахункової схеми ММ2. Область розв'язку задачі температурного поля ламінарного потоку у трубі. Побудова сітки розбивки області розв'язку на кінцеві елементи. Теплові баланси: граничних елементів на осі труби; внутрішніх та прилеглих до поверхні труби елементів області рішення задачі. Апроксимація ДР математичної моделі у розрахункову схему. Числовий розв'язок розрахункової схеми моделі ММ2 у канонічному виді. Складання розрахункової схеми розв'язку РС моделі ММ2 за методом прогонки. Хід розв'язку задачі температурного поля у ламінарному потоці через трубу на ЕОМ. Аналіз розв'язку задачі температурного поля у ламінарному потоці.

3.4 Чисельне визначення розподілу коефіцієнтів тепловіддачі по напрямку течії ламінарного потоку у трубі

Складання розрахункового рівняння розв'язку ДР тепловіддачі. Визначення середньовитратної температури в перерізах труби за кроками розбивки

Δz по її осі, для

яких визначено розподіл температур. Розрахункове ДР тепловіддачі. Апроксимація похідних ДР тепловіддачі. Аналітичне визначення коефіцієнту тепловіддачі при ламінарній течії потоку у трубі та сталих вздовж осі труби граничних умов (ГУ) I-го та II-го роду. Хід чисельного визначення на ЕОМ місцевих коефіцієнтів тепловіддачі.

3.5 Вірогідність розглянутих математичних моделей теплофізичних процесів у потоках середовищ в трубах та спряжена задача конвективного теплообміну

Область застосування розглянутих ММ конвективного теплообміну. Вірогідність завдання теплових ГУ в задачах конвективного теплообміну в трубах та каналах. Постановка спряженої задачі конвективного теплообміну.

4. Моделювання задач променевого теплообміну

4.1 Класифікація задач променевого теплообміну у замкненій системі тіл (ЗСТ) та методів їх розв'язку. Види променивих теплових потоків

Класифікація задач променевого теплообміну у замкненій системі тіл (ЗСТ) та методів їх розв'язку. Постановка задачі променевого теплообміну та методи їх аналітичного та чисельного рішення. Прямі та зворотні задачі променевого теплообміну у ЗСТ. Види променивих теплових потоків у ЗСТ. Характеристика алгебраїчного, зонального та інтегрального методів розв'язку задач променевого теплообміну.

4.2 Математична модель стаціонарного променевого теплообміну у ЗСТ з ізотермічними теплообмінними поверхнями

Математична модель стаціонарного променевого теплообміну у ЗСТ з ізотермічними теплообмінними поверхнями. Сутність алгебраїчного методу та умови його застосування

для розв'язку задач променевого теплообміну у ЗСТ. Визначення падаючих, ефективних та результуючих променивих теплових потоків у ЗСТ за алгебраїчним методом. Аналіз математичної моделі. Приведення основного рівняння математичної моделі променевого теплообміну у ЗСТ до матричного виду, вибір методу рішення.

4.3 Чисельне визначення кутових коефіцієнтів випромінювання між теплообмінними поверхнями у замкненій системі тіл

Методика чисельного визначення середніх кутових коефіцієнтів ϕ_{ik} між поверхнями F_i та F_k у ЗСТ. Фізичний зміст і аналітичне визначення елементарних, місцевих та середніх кутових коефіцієнтів між поверхнями F_i та F_k у ЗСТ. Побудова на основі аналітичного визначення ϕ_{ik}

методики його чисельного розрахунку на ЕОМ. Приведення ЗСТ до загальної системи координат та визначення в ній геометричних параметрів для чисельного розрахунку φ_{ik} риведення ЗСТ до загальної системи координат. Розбивка теплообмінних поверхонь ЗСТ на кінцеві елементи ΔF у їх власних системах координат. Визначення у загальній системі координат центрів елементарних площадок ΔF_i та ΔF_k відстаней між ними. Опис методами аналітичної геометрії в загальній системі координат положення теплообмінних поверхонь ЗСТ. Визначення у загальній системі координат, за положеннями аналітичної геометрії, рівнянь променів між площадками F_i та F_k нормалей до центрів цих площадок і косинусів кутів між променем та зазначеними нормаллями. Числовий розрахунок на ЕОМ середніх кутових коефіцієнтів φ_{ik} Хід обчислення на ЕОМ кратних інтегралів, які визначають величину φ_{ik} між поверхнями F_i та F_k у ЗСТ

4.4 Урахування променевого теплообміну у розв'язку задач температурного режиму вузлів і деталей технічних пристроїв

Застосування методу ітерацій для урахування променистих теплових потоків у рівняннях теплових балансів елементів системи тіл і середовищ у зосереджених параметрах. Сходження ітераційного процесу на допустимій похибці обчислювальних температур твердих тіл і середовищ системи.

2.6 Дисципліна «Методи дослідження теплофізичних властивостей речовин»

1. Методи визначення питомих об'ємів (густини) речовин .

1.1 Визначення питомих об'ємів речовин за нормальних умов.

Залежність густини речовин від тиску температури та від стану речовин. Особливості методів дослідження за нормальних умов, а також в залежності від фазового стану речовин.

Визначення густини в умовах нормального тиску твердих тіл, рідин і газів: методи гідростатичного зважування, пікнометра, ареометра, “виштовхування”. Джерела похибок, точність.

1.2. Визначення питомих об'ємів речовин за умов високого тиску та високих температур.

Особливості методів визначення питомих об'ємів за умов високого тиску та високих температур, а також в залежності від фазового стану речовини.

Особливості та значення залежностей P-V-T. Методи визначення P-V-T-залежностей для газів та пари: метод п'езометра змінного об'єму. Установки Амага з використанням нерозвантаженого і розвантаженого п'езометрів. П'езометр Міхельса. Метод п'езометра постійного об'єму. Установа Кириліна-Улибіна для визначення питомих об'ємів газів.

Визначення маси речовини в п'езометрі – розширенням до нормального тиску, безпосереднім зважуванням. Метод гідростатичного зважування за умов високого тиску. Тензометричні ваги. Установа Тімрота-Павловича з використанням тензометричних вагів.

Порівнювальний аналіз методів і точність даних.

Методи визначення P-V-T-залежності для рідин. Особливості дослідження P-V-T-залежності для рідин. Використання п'езометрів змінного об'єму. Сильфонна установка.

2 Визначення кількості теплоти (калориметрія)

2.1. Класифікація калориметрів.

Калориметрична система та калориметрична оболонка як складові частини калориметричної установки. Методи підведення теплоти до калориметру. Теплове значення калориметра. Класифікація калориметрів.

2.2 Калориметри змінної температури.

Калориметри звичайні та масивні змінної температури з ізотермічною оболонкою. Періоди калориметричного дослідження. Основне рівняння калориметрії. Врахування втрат теплоти. Калориметри змінної температури з адіабатною оболонкою. Диференційний калориметр.

2.3 Калориметри постійної температури.

Застосування калориметрів постійної температури. Компенсаційний калориметр, киплячий калориметр, льодяний калориметр.

3. Методи експериментального визначення питомих теплоємностей

3.1 Класифікація методів визначення теплоємностей.

Метод безпосереднього нагріву, методи змішування та потоку.

3.2. Визначення ізобарної теплоємності.

Метод безпосереднього нагріву. Особливості визначення ізобарної теплоємності рідини. Установка Шейндліна-Шлейфера для визначення ізобарної теплоємності рідини. Установка для високих температур з адіабатними оболонками. Метод змішування. Установка Варгафтика-Олещук для визначення ентальпії та середньої теплоємності.

3.3. Визначення ізохорної теплоємності.

Особливості експерименту по визначенню ізохорної теплоємності речовин. Визначення ізохорної теплоємності на установці Амірханова-Керімова. Безпосереднє визначення відношення C_p/C_v .

4. Дослідження залежності тиску насичення від температури та теплових ефектів при фазових переходах

4.1. Поняття фазових переходів.

Фазові переходи першого та другого роду. Р-Т-діаграма стану речовин. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса для фазових переходів: плавлення, пароутворення, сублімації. Застосування рівняння для обробки експериментальних даних.

4.2. Методи визначення теплот плавлення.

Визначення Р-Т-залежності на кривій плавлення. Методи визначення теплоти плавлення: метод змішування, метод безпосереднього нагріву.

4.3. Методи визначення теплоти сублімації.

Крива сублімації. Методи визначення теплоти сублімації. Використання залежності $P = f(T)$ для визначення теплоти сублімації. Методи дослідження залежності $P = f(T)$. Метод Ленгмюра. Установка Іванова-Матвєєвої. Метод Кнудсена. Установка Тітушиної для визначення залежності $P_s = f(T)$.

4.4. Методи визначення теплоти пароутворення.

Методи визначення теплот пароутворення. Установка Геннінга. Метод Шейндліна. Випарювально-конденсаційна установка КПП для визначення ізобарної інтегральної теплоти пароутворення (конденсації) багатокомпонентних сумішей.

5. Дослідження в'язкості рідин та газів

5.1. Основні поняття.

Сутність в'язкості рідин та газів. Рівняння Ньютона. Роль в'язкості в опису теплових і гідродинамічних процесів. Динамічна та кінематична в'язкість. Класифікація методів дослідження в'язкості.

5.2. Дослідження в'язкості за методом капіляра.

Фізичні основи методу капіляра. Рівняння Гагена-Паузейля, допущення, галузь застосування методу. Поправка на ковзання, кінетичну енергію та стиснення речовин. Найпростіші віскозиметри. Віскозиметр Уббелоде. Дослідження в'язкості за методом капіляра в умовах високих температур. Установка "кільцеві ваги" Шугаєва-Сорокіна. Установка "кільцеві ваги" з винесеним капіляром. Точність методу.

5.3. Дослідження в'язкості за методом тіла, що падає.

Метод кульки, що падає. Рівняння Стокса. Абсолютний та відносний методи. Метод циліндра, що падає. Метод кульки, яка котиться.

5.4. Нестационарні методи дослідження в'язкості.

Методи, які засновані на крутильних коливаннях підвісної системи. Віскозиметр Фогеля. Ротаційні віскозиметри. Область застосування методів.

6. Визначення коефіцієнтів теплопровідності

6.1 Основні поняття.

Залежність коефіцієнту теплопровідності від температури та тиску. Особливості передачі теплоти теплопровідністю в твердих, рідких та газообразних тілах. Класифікація методів визначення коефіцієнтів теплопровідності.

6.2. Стационарні методи визначення теплопровідності.

Переваги, недоліки, галузь застосування стационарних методів. Дослідження теплопровідності твердих тіл за методом плоского шару, за методом труби. Визначення тепло- та електропровідності металів за методом Кольрауша. Особливості дослідження теплопровідності рідин та газів. Метод нагрітої нитки. Методи визначення теплового потоку, джерела похибок, теплові втрати та заходи щодо їх запобігання та обліку.

6.3. Нестационарні методи визначення теплопровідності.

Переваги та недоліки нестационарних методів. Теплові режими вимірювальних комірок – несталий, регулярний, квазістационарний. Використання регулярного режиму першого та другого роду для визначення коефіцієнта теплопровідності. Типи установок. λ – калориметр. a – калориметр. Метод монотонного нагріву. Метод миттєвого джерела теплоти. Точність нестационарних методів та область використання.

7. Дослідження термічних властивостей речовин в навіколокритичній області

7.1. Основні поняття.

Особливості поведінки речовини в навіколокритичній точці. Складність експерименту в цій області.

7.2. Методи визначення критичних параметрів стану речовин.

Методи визначення критичних параметрів за термічними властивостями. Метод ізохор. Оптичні методи. Установка Амага. Установка Скрипова-Колпакова.

8. Питання теорії теплофізичних властивостей реальних речовин та розрахунково-аналітичні методи їх визначення. Диференційні рівняння термодинаміки і їх застосування

8.1. Основні поняття.

Особливості термодинамічних і молекулярно-кінетичних методів теорії теплофізичних властивостей та їх взаємопроникнення.

8.2. Визначення термічних властивостей речовин.

Термічні властивості реальних газів та відхилення їх від властивостей ідеальних газів. Рівняння стану реальних газів. Рівняння Ван-дер-Ваальса та його аналіз. Переваги та недоліки рівняння Ван-дер-Ваальса. Рівняння Майера-Боголюбова у віріальній формі. Методи розрахунку термічних властивостей речовин за допомогою віріального рівняння стану. Потенціал Леннарда-Джонса, його параметри. Визначення віріальних коефіцієнтів за допомогою потенціалу Леннарда-Джонса. Потенціал Штокмайера та його параметри. Визначення віріальних коефіцієнтів для поляричних молекул. Емпіричні рівняння стану та визначення за їх допомогою термодинамічних

властивостей речовин. Вимоги, які пред'являються до емпіричних рівнянь стану. Двоконстантні емпіричні рівняння стану. Багатоконстантні емпіричні рівняння стану.

8.3. Визначення калоричних властивостей реальних речовин.

Калоричні властивості реальних газів. Залежність калоричних властивостей від тиску. Визначення теплоємності реальних газів. Визначення ентальпії реальних газів.

8.4. Термодинамічна подібність.

Приведені параметри стану речовин. Безрозмірні рівняння стану. Закон відповідних станів. Відповідні стани речовин. Термодинамічно подібні речовини. Умови приведення рівнянь стану до безрозмірного вигляду. Використання закону відповідних станів речовин для визначення термодинамічних властивостей.

Критерії подібності для реальних газів. Розрахунок властивостей маловивчених речовин за допомогою еталона. Спрощені кореляції закону відповідних станів. Визначення калоричних властивостей речовин за допомогою закону відповідних станів (на прикладі ентальпії).

8.5. Термодинамічні властивості твердих тіл.

Термічні властивості твердих тіл. Калоричні властивості твердих тіл. Теплоємність ізохорна. Теплоємність ізобарна. Ентальпія твердих тіл.

8.6. Термодинамічні властивості рідин.

Термічні властивості рідин. Теплоємність рідин. Ентальпія рідин. Рівняння стану рідин.

8.7. Властивості речовин в області фазових переходів.

Правило фаз Гіббса. Визначення термічних властивостей на суміжних кривих. Правило прямолінійного діаметру. Залежність $P_s = f(T)$ за умов фазової рівноваги рідина-пара. Залежність $P_s = f(T)$ за умов рівноваги тверде тіло – пара. Залежність $P_s = f(T)$ за умов фазової рівноваги тверде тіло – рідина. Визначення властивостей речовин в двофазовій області.

8.8. Властивості речовин в критичній точці.

Фізична сутність критичної точки. Властивості речовин в критичній точці. Розрахункові методи визначення критичних величин. Визначення критичної температури. Визначення критичного тиску. Визначення критичного питомого об'єму.

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 фахового випробування Φ) враховує рівень знань і умінь, які вступник виявив при виконанні комплексного фахового випробування. Кількість балів, набраних на іспиті (Φ), формується як середньоарифметична сума балів, нарахованих вступнику за виконання кожного завдання комплексного фахового випробування. Теоретичне питання відповідно до програми вступних випробувань передбачає змістовне і обґрунтоване 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 отримання відповіді із записом одиниць вимірювання. Також виконується аналіз та обґрунтування отриманих результатів. Білет включає по одному питанню з кожної дисципліни. Загалом білет містить три завдання, які обираються вступником за сліпим жеребом.

Оцінювання кожного завдання виконується за рейтинговою системою згідно таблиці 1.

Таблиця 1 – Розрахунок оцінки виконання кожного завдання комплексного фахового 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.	95 - 100
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	85 - 94
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.	75 - 84
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.	65 - 74
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.	60 - 64
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	59 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 середньоарифметичне значення балів, нарахованих вступнику за окремі завдання комплексного фахового випробування. Для випробування, яке складається із 3-х завдань: $\Phi = (\Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3) / 3$.

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

Таблиця 2 – Відповідність сумарного рейтингу Ф традиційним оцінкам

Значення Ф	Оцінка традиційна
95 - 100	відмінно
85 - 94	дуже добре
75 - 84	добре
65 - 74	задовільно
60 - 64	достатньо
59 і менше	незадовільно, вступник виключається з конкурсного відбору

ПРИКЛАД ТИПОВОГО ЗАВДАННЯ КОМПЛЕКСНОГО 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 Комплексне фахове випробування

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ №

1. Процес теплопередачі через одношарову і багатшарову пласку стінку
2. Математична модель променистого теплообміну у замкненій системі теплообмінних поверхонь по алгебраїчному методу. Приведення основного рівняння математичної моделі до матричного вигляду. Вибір метода рішення матричного рівняння
3. Фізико-хімічні основи термічної деаерації води на ТЕС та АЕС. Газодинамічний принцип взаємодії потоків води та пари.

Затверджено на засіданні кафедри





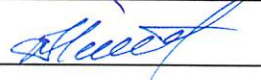






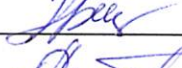
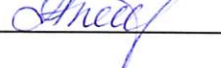
Протокол № _____ від « ____ » _____ 20 ____ року
 Зав. кафедри _____
 (підпис) (прізвище та ініціали)

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. Гидрогазодинамика.-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. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции. - М.: Энергоатомиздат. 1987. – 327с.
17. Маргулова Т.Х. Атомные электростанции. – М.: Высшая школа. 1984. – 304с.
18. Сазанов Б.В., Юренев В.Н, Баженов М.И., Богородский А.С. Промышленные тепловые электростанции. – М.: Энергия. 1967. – 344с.
19. Елизаров Д.П. Теплоэнергетические установки электростанций. М.: Энергоиздат. 1982. – 264с.
20. Стерман Л.С., Лавигин В.М., Тишин С.Г. Тепловые и атомные электрические станции (учебник для вузов) Изд. 2, переработанное. М.: изд.-во МЭИ, 2000. – 406с.
21. Тепловые схемы ТЭС и АЭС. Моделирование и САПР (под общ. ред. академика С.А. Казарова). Санкт-Петербург.: Энергоатомиздат. 1995. – 390с.
22. Тепловые и атомные электрические станции. Справочник (под общ. ред. В.А. Григорьева и В.М. Зорина), книга 3. – М.: Энергоатомиздат. 1989-2012. – 600с.
23. Н.М.Беляев, А.А.Рядно Методы теории теплопроводности, ч.2. - М.: Высшая школа, 1982 – 304с.
24. Л.Г.Блох, Л.Н.Рыжков, Ю.А.Журавлёв Теплообмен излучением (справочник). - М.: Энергоатомиздат, 1991 – 432с.
25. И.Н.Бронштейн, К.А.Семендяев Справочник по математике для инженеров и учащихся ВТУЗов. – М. Наука, 1980 – 975с.
26. Г.Н.Дульнев, В.Г.Парфенов, А.В.Сигалов Применение ЭВМ для решения задач теплообмена. - М.: Высшая школа., 1990 – 206с.
27. Г.Н.Дульнев, А.В.Сигалов Поэтапное моделирование сложных систем. – ИФЖ, т. XLV, №4, 1983 – С.651-656
28. Кириллин В.А., Шейндлин А.Е. Исследование термодинамических свойств веществ – М.: Госэнергоиздат.
29. Циклис Д.С. Техника физико-химических исследований при высоких и сверхвысоких давлениях – М.: Химия, 1976.
30. Шпильрайн Э.Э., Кессельман П.И. Основы теории теплофизических свойств веществ – М.: Мир, 1977.
31. Голубев И.Ф. Вязкость газов и газовых смесей – М.: Химия, 1966. – 236 с.
32. Попов М.М. Термометрия и калориметрия – М.: Издательство МГУ, 1974.
33. Методы определения теплопроводности и температуропроводности. Под редакцией А.В. Лыкова – М.: Энергия, 1973

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.