

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ ТЕПЛОФІЗИКИ**

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою

Інституту технічної теплофізики

НАН України

протокол № 8

від «31» 05

2022 року

Голова вченої ради

Інституту технічної теплофізики

НАН України,

академік НАН України



Ю.Ф. Снежкін

«Когенераційні системи з тепловими двигунами»

(Шифр за ОП)

ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

Третій науково-освітній рівень вищої освіти

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»

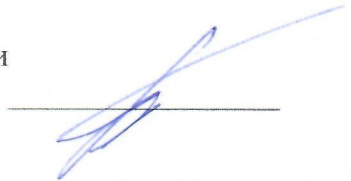
Освітньо-наукова програма 14«Електрична інженерія»

Денна форма навчання

Київ – 2022

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

доктор технічних наук, професор, член-кореспондент НАН України
Басок Борис Іванович



Програму навчальної дисципліни «Когенераційні системи з тепловими двигунами» складено відповідно до освітньо-наукової програми 14 «Електрична інженерія» третього науково-освітнього рівня вищої освіти спеціальності 144«Теплоенергетика».

Навчальна дисципліна належить до циклу професійної підготовки.

Статус навчальної дисципліни – вибіркова.

Обсяг навчальної дисципліни 3,0кредити ЄКТС.

Вивчення курсу «Когенераційні системи з тепловими двигунами» базується на таких курсах: «Фізика», «Газові турбіни», «Парові турбіни», «Двигуни внутрішнього згорання», «Технічна термодинаміка», «Котельні установки», «Холодильні машини», «Теплообмін та теплопередача».

Отримані практичні навички та засвоєні теоретичні знання під час вивчення навчальної дисципліни «Когенераційні системи з тепловими двигунами» можна використовувати в подальшому під час навчання спеціалізованих дисциплін фізико-енергетичного циклу, що забезпечує індивідуальну наукову роботу аспірантів.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета навчальної дисципліни.

Основною метою навчальної дисципліни «Когенераційні системи з тепловими двигунами» є отримання аспірантами знань, необхідних для проектування і експлуатації когенераційних установок різноманітного призначення в умовах комунальної і промислової теплоенергетики. Прослухавши курс аспіранти повинні вміти самостійно створити схему когенераційної установки відповідно до конкретних умов генерування теплової і електричної енергії, визначити теплові і електричні характеристики необхідних теплових двигунів та теплообмінного обладнання з урахуванням існуючих можливостей їх придбання, розрахувати енергетичний баланс когенераційної установки в цілому.

Основні завдання навчальної дисципліни.

Після засвоєння навчальної дисципліни аспіранти мають продемонструвати такі результати навчання:

ЗДАТНІСТЬ:

- самостійно визначити технічні умови на проектування когенераційної установки;
- самостійно розрахувати характеристики створюваної установки;
- визначити умови її ефективної експлуатації;
- ЗК 1 — здатність застосовувати отримані знання в практичних ситуаціях;
- ЗК 2 — розуміння предметної області професійної діяльності;
- ФК 1 — здатність брати участь у плануванні та виконанні наукових та науково — технічних проєктів;

- ФК 2 — здатність брати участь у плануванні та проведенні експериментальних досліджень на установці;
- ФК 5 — здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій.

ЗНАННЯ:

- теоретичних основ та методів розрахунку когенераційних систем а також основних характеристик існуючих теплових двигунів і теплообмінного обладнання;
- теоретичних основ та методів розрахунку когенераційних систем а також основних характеристик існуючих теплових двигунів і теплообмінного обладнання.

ВМІННЯ:

- компонувати та розраховувати когенераційні системи для різноманітних умов їх експлуатації;
- ПРН 11 знаходити науково - технічну інформацію з різних джерел з використанням сучасних інформаційних технологій;
- ПРН 12 класифікувати, аналізувати та інтерпретувати науково – технічну інформацію в галузі прикладної фізики;
- ПРН 13 організовувати результативну професійну діяльність індивідуально і як член команди.

2. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Загальні питання когенерації

Тема 1.1. Когенерація в світі та Україні.

Когенерація у світі, когенерація в Україні. Основні стимули і перепони для широкого впровадження когенераційних технологій.

Тема 1.2. Основні типи когенераційних технологій.

Принципи побудови систем комбінованого виробництва теплової та електричної енергії. Утилізаційні та скидні схеми когенерації. Побудова когенераційної установки шляхом надбудови існуючих джерел скидної теплоти енергетичними тепловими двигунами, або ж існуючих енергетичних установок з газовими турбінами чи поршневими двигунами утилізаторами скидної теплоти.

Розділ 2. Теплові двигуни для когенераційних установок

Тема 2.1. Когенераційні схеми з використанням газових турбін.

Енергетичні, технічні та екологічні характеристики турбін. Конструкція, основні параметри, включаючи екологічні показники, особливості використання в когенераційних схемах. Виробництво в Україні та світі.

Тема 2.2. Когенераційні схеми з використанням газопоршневих двигунів.

Енергетичні, технічні та екологічні характеристики двигунів. Конструкція, основні

параметри, включаючи екологічні показники, особливості використання в когенераційних схемах. Виробництво в Україні та світі.

Тема 2.3. Когенераційні схеми з використанням парових турбін та інших іноваційних технологій.

Енергетичні, технічні та екологічні характеристики турбін. Конструкція, основні параметри, включаючи екологічні показники, особливості використання в когенераційних схемах. Виробництво в Україні та світі.

Розділ 3. Утилізатори теплоти для когенераційних установок

Тема 3.1. Когенераційні системи з паровими та водогрійними котлами.

Особливості використання парових та водогрійних котлів в когенераційних схемах, характеристики таких котлів, включаючи екологічні показники. Утилізація теплоти пароутворення продуктів згорання природного газу.

Тема 3.2. Когенераційні системи з рекуперативними теплообмінниками.
Типи рекуперативних теплообмінників, конструкція, теплові та гідравлічні характеристики, інтенсифікація теплообміну.

Розділ 4. Когенераційно — холодильні системи (тригенерація)

Тема 4.1. Схеми когенераційно — холодильних систем.

Принципи роботи холодильних машин. Схеми комбінованого виробництва електричної енергії, теплоти та холоду. Тригенераційні системи енергопостачання різноманітних об'єктів.

Тема 4.2. Обладнання для тригенераційних систем.
Теплообмінники та холодильні машини.

Розділ 5. Паливо для когенераційних установок

Тема 5.1. Паливо для когенераційних установок.

Рідкі палива, природний газ, шахтний метан, біогаз, попутні гази, генераторні гази, газифікація вугілля та інші гази штучного генерування. Особливості використання в когенераційних установках. Паливні компресори.

Тема 5.2. Управління шкідливими викидами в когенераційних установках.

Нормативи викидів шкідливих газів для енергетичних об'єктів. Механізми утворення шкідливих викидів. Методи зменшення викидів оксидів азоту в теплових двигунах.

Управління викидами шкідливих газів в когенераційних установках.

3. Заплановані види навчальної діяльності та методи навчання

Заплановані види навчальних занять: лекції, семінарські заняття, а також консультації.

Під час навчання враховуються фактори, які впливають на навчання аспірантів (наприклад, модель ЗР Джона Біггса), принципи ефективного навчання (наприклад, принципи Чікерінга та Гемпсона) тощо. Навчання здійснюється на основі студентоцентрованого підходу та стратегії взаємодії викладача та студента з метою засвоєння студентами матеріалу та розвитку у них практичних навичок. Особлива увага приділяється принципу заохочення студентів до активного навчання, у відповідності з яким аспіранти мають працювати над практичними тематичними завданнями, які дозволять в подальшому вирішувати реальні проблеми та завдання.

Під час навчання застосовуються:

- стратегії активного і колективного навчання;
- евристичні методи (методи створення ідей, методи вирішення творчих завдань, методи активізації творчого мислення);
- метод проблемно-орієнтованого навчання;
- системи реагування аудиторії (audience response system).

Під час навчання та для взаємодії з аспірантами використовуються сучасні інформаційно-комунікаційні та мережеві технології для вирішення навчальних завдань, а також обладнання (проектор та електронні презентації для лекційних та семінарських занять).

4. Оцінювання результатів навчання

Семестрова атестація проводиться у вигляді екзамену. Для оцінювання результатів навчання застосовується 100-бальна рейтингова система .

5. Рекомендована література

Базова

1. В.Н. Клименко, А.И. Мазур, П.П. Сабашук. Когенерационные системы с тепловыми двигателями. Справочное пособие ч.1. Общие вопросы когенерационных технологий. - К.; ИПЦ Алкон НАНУ, 2008. - 560 с.
2. В.Н. Клименко, А.И. Мазур, А.И. Сигал. Когенерационные системы с тепловыми двигателями. Справочное пособие ч.2. Газотурбинные когенерационные технологии. - К.; ИПЦ Алкон НАНУ, 2011. - 792 с.
3. В.Н. Клименко, А.И. Мазур, Е.Н. Письменный, П.И. Багрий, Г.Г. Гелетуца. Когенерационные системы с тепловыми двигателями. Справочное пособие ч.3. Инновационные технологии для когенерации. - К.; ИПЦ Алкон НАНУ, 2016, 528 с.

Допоміжна

4. Кириллин В.Л., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика. - М.; Энергоатомиздат, 1983. - 416 с.
5. Уокер Г. Двигатели Стирлинга. - М.; Машиностроение, 1985. - 408 с.
6. Кириллов И.И. Газовые турбины и газотурбинные установки, т.1. - М.; Машгиз, 1956. - 434 с.
7. Щегляев А.В. Паровые турбины. - М.; Энергия, 1976. - 358 с.
8. Сидельковский Л.Н., Юренев В.Н. Котельные установки для промышленных предприятий. – М.; Энергоиздат. 1988. - 527 с.
9. Тепловой расчет котельных агрегатов (нормативный метод). / Под ред. Н.В. Кузнецова, В.В. Мибора, И.Е. Дубовского, Э.С. Красиной. – М.; Энергия, 1973.
10. Росляков П.В., Егорова Л.Е. Методика расчета выбросов оксидов азота паровыми и водогрейными газомазутными котлами // Теплоэнергетика. - 1997. – №4. – с.67-74.
11. Холодильные машины / Под ред. Н.Н. Кошкина. – М.; Пищевая промышленность. - 1973. - 512 с.

