

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ ТЕПЛОФІЗИКИ**

ЗАТВЕРДЖЕНО
Вченою радою
Інституту технічної теплофізики
НАН України
протокол № 12
від «22» липня 2022 року

Голова вченої ради
Інституту технічної теплофізики
НАН України,
академік НАН України



Ю.Ф. Снежкін

**ВТОРИННІ ЕНЕРГОРЕСУРСИ В
ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ**

(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
Фіалко Наталія Михайлівна



Вступ

Програму навчальної дисципліни **«Вторинні енергоресурси в теплоенергетиці та їх використання»** 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 3,0 кредитів ЄКТС.

Міждисциплінарні зв'язки: вивчення курсу базується на таких курсах: **«Технічна термодинаміка»**, **«Тепломасообмін»**, **«Котельні установки»**. Курс **«Вторинні енергоресурси в теплоенергетиці та їх використання»** є елементом підготовки спеціалізованих дисциплін фізико-енергетичного циклу, що забезпечує індивідуальну наукову роботу аспірантів.

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Мета навчальної дисципліни.

Основною метою навчальної дисципліни **«Вторинні енергоресурси в теплоенергетиці та їх використання»** є отримання аспірантами знань щодо методів і установок для використання вторинних енергоресурсів в енергетичному господарстві. Прослухавши курс, аспіранти повинні вміти самостійно формулювати, аналізувати і вирішувати завдання з розроблення та реалізації енергозберігаючих заходів, пов'язаних з використанням вторинних енергоресурсів. А також, виконувати дослідження і робити обґрунтовані висновки за результатами досліджень характеристик систем утилізації вторинних енергоресурсів.

1.2. Основні завдання навчальної дисципліни.

Після засвоєння навчальної дисципліни аспіранти мають продемонструвати такі результати навчання:

ЗДАТНІСТЬ

- Самостійно формулювати, аналізувати і вирішувати завдання з розроблення та реалізації енергозберігаючих заходів, пов'язаних з використанням вторинних енергоресурсів (ВЕР);
- Самостійно робити розрахунки характеристик тепло- утилізаційних систем різного призначення;
- Виконувати дослідження і робити обґрунтовані висновки при дослідженні ефективності використання ВЕР;
- ЗК 1 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- ЗК 2 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;
- ФК 1 Здатність брати участь у плануванні та виконанні наукових та науково-технічних проектів;
- ФК3 Здатність проектувати та експлуатувати теплоенергетичне обладнання.
- ФК 5 Здатність визначати, досліджувати та розв'язувати проблеми у сфері теплоенергетики, а також ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з інженерними аспектами і проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетичній галузі.
- ФК13 Здатність аналізувати методи та засоби підвищення теплової економічності устаткування об'єктів промислової та муніципальної теплоенергетики; визначати шляхи модернізації теплової схеми з метою підвищення економічності та надійності роботи об'єктів промислової та муніципальної теплоенергетики.
- ФК14 Здатність розробляти і реалізовувати енергозберігаючі заходи при проектуванні та експлуатації теплоенергетичного обладнання, аналізувати схеми теплоенергетичних і теплотехнологічних установок з урахуванням вимог безпеки і сучасних тенденцій розвитку енергетики в залежності від призначення і типу палива, яке використовується.
- ФК15 Здатність розробляти оптимальні конструкції та експлуатаційні режими теплообмінного обладнання; оцінювати ефективність і загальну економічність використання різних видів ВЕР, нетрадиційних джерел енергії, об'єктів з теплонасосними системами тепlopостачання.

Після засвоєння навчальної дисципліни аспіранти мають продемонструвати такі результати навчання:

ЗНАННЯ:

- закономірностей теплообміну в теплоутилізаційному устаткуванні різного типу.
- методів розроблення технологічних схем із застосування теплоутилізаційних установок.

УМІННЯ:

- самостійно формулювати, аналізувати і вирішувати завдання щодо створення високоефективного теплоутилізаційного обладнання.
- ПРН 11 Вміння знаходити науково-технічну інформацію з різних джерел з використанням сучасних інформаційних технологій;
- ПРН 2 Знати і розуміти інженерні науки, що лежать в основі спеціальності «Теплоенергетика» відповідної спеціалізації, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми, в тому числі певна обізнаність в останніх досягненнях науки і техніки у сфері теплоенергетики.
- ПРН 4 Аналізувати і використовувати сучасні інженерні технології, процеси, системи і обладнання у сфері теплоенергетики.
- ПРН 12 Розуміти основні методики проектування і дослідження в теплоенергетиці, а також їх обмеження.
- ПРН 19 Вміти розробляти і реалізовувати енергозберігаючі заходи при проектуванні та експлуатації теплоенергетичного обладнання.
- ПРН 20 Вміти розробляти оптимальні конструкції та експлуатаційні режими теплообмінного обладнання; оцінювати їх ефективність і загальну економічність.

2.Зміст навчальної дисципліни

Вступ. Характеристики вторинних енергоресурсів.

Розділ 1. Особливості використання ВЕР.

Тема 1.1. Основні напрями використання паливних ВЕР та ВЕР надлишкового тиску.

Особливості утилізації паливних ВЕР в металургії, нафтопереробній, нафтохімічній та хімічній промисловості. Використання ВЕР надлишкового тиску в системах газопостачання та у чорній металургії.

Тема 1.2. Особливості використання теплових ВЕР.

Утилізація теплових ВЕР високого, середнього та низького потенціалу. Використання теплових ВЕР та регенерація теплоти.

Розділ 2. Методи і обладнання для використання теплоти відхідних газів установок промислової та комунальної енергетики.

Тема 2.1. Системи глибокої утилізації газових викидів котельних установок.

Тепломасообмін при глибокій утилізації теплоти. Схеми теплоутилізаційних установок різного призначення. Теплова та екологічна ефективність систем теплоутилізації.

Тема 2.2. Теплоутилізаційні установки для промислових печей.

Особливості використання скидної теплоти запилених запічних газів. Ефективні поверхні нагріву водо- та повітрогрійних теплоутилізаторів. Схеми теплоутилізаційних установок.

Тема 2.3. Методи захисту димових труб енергоустановок при застосуванні технологій утилізації скидної теплоти.

Умови експлуатації димових труб котельних установок. Теплові методи запобігання конденсації в газовідвідних трактах енергоустановок. Ефективність застосування методів захисту димових труб різного типу.

Розділ 3. Стан утворення і використання ВЕР в Україні.

Тема 3.1 Структура ВЕР в паливно-енергетичному балансі України.

Обсяги виходу ВЕР на підприємствах енергоємних галузей промисловості. Динаміка зміни рівня виходу ВЕР за видами енергії в енергетичному господарстві України.

Тема 3.2. Стан утилізації ВЕР в Україні

Обсяги використання різних видів ВЕР енергоємними виробництвами. Особливості та причини зміни рівня утилізації ВЕР.

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. Самохвалов В.С. Вторинні енергетичні ресурси та енергозбереження. Київ: Центр учбової літератури. 2008. – 224 с.

2. Редько А.О., Безродний М.К., Загорученко М.В., Ратушняк Г.С., Редько О.Ф., Хмельнюк М.Г. Низькопотенційна енергетика. Навчальний посібник /Під редакцією академіка НАНУ А.А. Долинського. Харків: Друкарня Мадрид, 2016. – 412с.

3. Маляренко В.А. Лисак Л.В. Енергетика докільця, енергозбереження/ Під заг. ред. Проф. В.А. Маляренка. Харків: Рубікон, 2004. – 368 с.

4. Куц Г.О., Створення нових технологій використання теплових вторинних енергоресурсів, у т.ч. складних низькопотенційних. Комунальна теплоенергетика України: Зб. Наук. ст. під ред А.А. Долінського Київ: Поліграф-Сервіс Т1, 2007. С. 270-285.

5. Колобков П.С. Использование тепловых вторичных энергоресурсов в теплоснабжении: Уч.пособие для ВУЗов по спец. ТГВ.-Х.: Изд-во «Основа» при Харьк. Ун-те, 1991. – 224 с.

Допоміжна

1. Фіалко Н.М. , Навродська Р.О. , Пресіч Г.О. , Гнедаш Г.О. , Шевчук С.І. , Степанова А.І. Комбіновані теплоутилізаційні системи для газоспоживальних котлів комунальної теплоенергетики. Київ: Про формат, 2019. – 192 с.

2. Фіалко Н.М., Навродская Р.А., Шеренковский Ю.В., Степанова А.И, Саригло А.Г. Утилизация теплоты отходящих газов стекловаренных печей с использованием мембранных труб. Киев: изд-во «София -А», 2016. – 214с.

3. Фиалко Н. М., Навродская Р. А., Шевчук С. И., Степанова А. И., Пресич Г. А., Гнедаш Г. А. Тепловые методы защиты газоотводящих трактов котельных установок. Киев: Типография «Про формат», 2018. – 248 с.
4. Куц Г.О., Літинська Л.О. Утворення та використання вторинних енергоресурсів в Україні. The problems of general energy, 2019, 4(59). – С. 32–35. doi: <https://doi.org/10.15407/pge2019.04.032>.
5. ТОВАЖНЯНСКИЙ Л.Л., КОШЕЛЬНИК В.М., СОЛОВЕЙ В.В. КОШЕЛЬНИК А.В. Интегрированные энергосберегающие технологии в стекольном производстве. Харьков: НТУ «ХПИ», 2008. – 628 с.
6. Нейман В.К., Судаков С.Д. и др. Утилизация низкопотенциальных тепловых вторичных энергоресурсов на химических предприятиях. Москва: Химия, 1987. – 240 с.
7. Лексин В.Н., Федотов А.А., Чупятов В.П. Экономика использования вторичных энергоресурсов в металлургии. Москва: Металлургия, 1978. – 152с.
8. Хараз Д.И., Псахис Б.И. Пути использования вторичных энергоресурсов в химических производствах. Москва: Химия, 1984. – 224 с.
9. Гаряжа В.Т., Матвиенко П.С., Фесик В.А. Использование вторичных энергоресурсов пищевых производств. Киев: Техніка, 1982. – 183 с.
10. Сушон С.П., Завалко А.Г., Минц М.И., Вторичные энергетические ресурсы промышленности СССР. – Москва: Энергия, 1978. – 320 с.