



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

Енергетичне обладнання установок з низькопотенційними джерелами енергії

Шифр та назва спеціальності

144 – Теплоенергетика

Інститут

ННІ Енергетики, електроніки та
електромеханіки

Освітня програма

Промислова та комунальна теплоенергетика.
Енергетичний менеджмент та
енергоефективність

Кафедра

Теплотехніки та енергоефективних технологій
(123)

Рівень освіти

Магістр

Тип дисципліни

Вибіркова, профільна підготовка

Семестр

2

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Кунденко Микола Петрович

mykola.kundenko@khp.edu.ua

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри теплотехніки та енергоефективних технологій НТУ «ХПІ».

Автор понад 200 наукових і навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Основи наукових досліджень», «Енергетичне обладнання установок з низькопотенційними джерелами енергії», «Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії» та інші

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Особливості використання низькотемпературних джерел енергії в теплонасосних системах теплопостачання, ефективність застосування теплових насосів в системах теплопостачання, теплові насоси в промислових технологіях, холодильні технології в системах з відновлюваними джерелами енергії, використання низькопотенційних теплових вторинних енергетичних ресурсів.

Мета та цілі дисципліни

Вивчення нових актуальних засад сучасної низькопотенційної енергетики, пов'язаної з використанням низькопотенційних джерел енергії за допомогою теплонасосних технологій. При викладанні дисципліни будуть вивчатися: стратегія енергозбереження, особливості використання низькотемпературних джерел енергії в тепло насосних системах теплопостачання, ефективність застосування теплових насосів в системах тепло постачання, ефективність використання теплових насосів в промислових технологіях та комунальній сфері.

Формат занять

Лекції, практичні заняття, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

Компетентності

ІК-1. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми в теплоенергетичній галузі або в процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

ЗК-1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК-2. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК-3. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ФК-7. Здатність здійснювати інноваційну діяльність в теплоенергетиці

ФКС-4. Здатність до визначення потреби виробництва в паливно-енергетичних ресурсах, підготовці обґрунтувань технічного переозброєння, розвитку енергогосподарства, реконструкції та модернізації підприємств – джерел енергії та систем енергопостачання.

Результати навчання

ПРН-1. Аналізувати, застосовувати та створювати складні інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до обраного напрямку теплоенергетики.

ПРН-8. Обґрунтовувати вибір та застосування матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів з урахуванням їх характеристик і властивостей, вимог до кінцевого продукту, а також нетехнічних аспектів.

ПРН-16. Аналізувати і оцінювати проблеми теплоенергетики, пов'язані із розвитком нових технологій, науки, суспільства та економіки.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредитів ECTS): лекції – 32 год., практичні заняття – 16 год., самостійна робота – 72 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички галузі фізики та математики

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Переважають застосовуються структурно-логічні технології: поетапна організація навчання, що забезпечує логічну послідовність постановки і вирішення дидактичних завдань на основі поетапного відбору їх змісту, форм, методів і засобів із урахуванням діагностування результатів навчання. Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. На заняттях застосовані комп'ютерні, мультимедійні технології. Під час такого освітнього процесу студент може комунікувати з викладачем он-лайн, вирішувати творчі, проблемні завдання, моделювати ситуації, включаючи аналітичне і критичне мислення, знання, пошукові здібності.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Історія та теорія теплових насосів. Теплові насоси та область їх застосування.

Застосування теплонасосних установок у системах тепlopостачання. Принцип дії теплового насоса. Термодинамічні основи роботи парокомпресійного теплового насоса. Показники

енергетичної ефективності теплового насоса. Холодоагенти робочих насосів. Застосування теплових насосів для індивідуального теплопостачання. Застосування теплових насосів у системах централізованого теплопостачання.

Тема 2. Огляд і стан питання ефективного використання високотемпературних теплонасосних установок у системах теплопостачання

Актуальні проблеми впровадження теплових насосів. Загальна характеристика традиційних і перспективних теплових насосів. Перспективи використання високотемпературних теплових насосів у теплопостачанні. Оцінка ефективності роботи теплового насоса в залежності від температури навколишнього середовища. Технологічне та економічне порівняння різних варіантів опалення децентралізованого споживача. Дослідження впливу зміни температури навколишнього повітря на характеристики комбінованої системи теплопостачання з тепловим насосом ТН. Визначення ефективної площі поверхні опалювальних приладів. Регулювання відпуску тепла в системі опалення будівлі. Оптимізації режимів навантаження комбінованої системи теплопостачання житлового будинку. Визначення річних та питомих витрат палива системою теплопостачання.

Тема 3. Методика та алгоритм розрахунку теплового насосу.

Загальна схема розрахунку. Методика термодинамічного розрахунку циклів теплового насоса. Методика проектування теплообмінників. Приклад термодинамічного розрахунку ТНУ.

Тема 4. Термодинамічна ефективності робочих циклів теплового насосу на різних холодоагентах.

Порівняльний розрахунок показників ефективності роботи одноступінчастих та двоступінчастих теплових насосів. Термодинамічний розрахунок одноступінчастого парокомпресійного теплового насоса.

Тема 5. Проектування ТНУ для систем теплопостачання.

Вибір ТНУ для теплопостачання під'їзду житлового будинку. Порівняння ТНУ з альтернативними системами опалення. Визначення оптимального теплового режиму теплообмінників. Робота теплонасосної установки у нерозрахункових умовах.

Тема 6. Залежність термодинамічної ефективності теплового насосу від властивості робочих агентів

Обґрунтування вибору робочих агентів для теплових насосів. Аналіз впливу різних робочих агентів на характеристики теплонасосних установок. Ефективність систем централізованого теплопостачання в умовах спільного використання теплових насосів.

Тема 7. Ефективність систем централізованого теплопостачання в умовах спільного використання теплових насосів.

Раціоналізація технологічних схем теплових мереж з тепловими насосами. Розрахунок енергозберігаючого ефекту від впровадження теплового насоса НТ-300 в теплову схему тепломережі. Оцінка можливості використання теплового насоса для охолодження циркуляційної води конденсаторів парових турбін.

Теми практичних занять

Тема 1. Вивчення теплових діаграм холодоагентів. Визначення параметрів точок та побудова циклів у s-T та lgr-i діаграмах.

Тема 2. Побудова циклів та визначення параметрів точок циклу парокомпресійних одноступеневих термотрансформаторів.

Тема 3. Побудова циклів та визначення параметрів точок циклу парокомпресійних багатоступінчастих термотрансформаторів.

Тема 4. Методики розрахунків парокомпресорних теплових насосів

Тема 5. Методики розрахунків абсорбційних термотрансформаторів

Тема 6. Тепловий розрахунок та підбір одноступінчастих та багатоступінчастих компресорів для термотрансформаторів.

Тема 7. Тепловий розрахунок та підбір теплообмінних апаратів для термотрансформаторів.

Тема 8. Раціоналізація технологічних схем теплових мереж з тепловими насосами. Розрахунки енергозберігаючого ефекту від впровадження теплового насоса НТ-300 в теплову схему тепломережі.

Теми лабораторних робіт

Лабораторні роботи не передбачені навчальним планом.

Самостійна робота

Курс передбачає виконання індивідуального завдання, яке присвячене розрахунку циклу ідеального парокомпресійного теплового насоса з різними видами холодоагентів і визначення оптимального варіанту для визначених умов.

Результат розрахунків оформлюється у письмовий звіт.

Студентам також рекомендуються додаткові матеріали (відео, статті) для самостійного вивчення та аналізу.

Література та навчальні матеріали

Основна література:

1. 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: Видавництво «Друкарня Мадрид», 2016. – 412с.
2. Безродний М.К., Пуховий І.І., Кутра Д.С. Теплові насоси та їх використання. Навчальний посібник. – Київ: НТУУ «КПІ», 2013. – 312 с.
3. Безродный М.К., Кутра Д.С. Эффективность применения тепловых насосов в установках сушки древесины. Монография. – Киев: «Політехніка», 2011. – 240 с.

Додаткова література:

1. Bouma J. The market of heat pumps in Europe // VI conference of the international power Agency on heat pumps. – Berlin, 1999.
2. Rybach L. Status and prospects of geothermal heat pumps (GHP) in Europe and worldwide; sustainability aspects of GHPs. // International course of geothermal heat pumps, 2002.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді екзамену (40%) та поточного оцінювання (60%).

Екзамен: письмове завдання (2 запитання з теорії + розв'язання задачі) та усна доповідь.

Поточне оцінювання: 2 онлайн тести та розрахункове завдання (по 20%).

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту.

Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

15.06.2023

Завідувач кафедри
Микола КУНДЕНКО

15.06.2023

Гарант ОП
Олександр КОШЕЛЬНИК