

Міністерство освіти і науки України



ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

Інститут гідротехнічного будівництва та цивільної інженерії
Кафедра теплогазопостачання і вентиляції

СИЛАБУС
навчальної дисципліни

ТЕПЛОНАСОСНІ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Освітній рівень	другий (магістерський)	
Програма навчання	обов'язкова	
Галузь знань	19	Архітектура та будівництво
Спеціальність	192	Будівництво та цивільна інженерія
Освітня програма	ОПП Теплогазопостачання і вентиляція	
Обсяг дисципліни	4,5 кредити ECTS (135 академічних годин)	
Види аудиторних занять	лекції, практичні заняття	
Індивідуальні та (або) групові завдання	курсний проект	
Форми семестрового контролю	іспит	

Викладач:

Петраш Віталій Дем'янович, професор кафедри теплогазопостачання і вентиляції
petrant@ukr.net

Метою дисципліни "Теплонасосні системи тепlopостачання" є формування у майбутніх фахівців знань та умінь, необхідних при проектуванні та експлуатації систем опалення, вентиляції та гарячого водopостачання, а також технології та організації їх монтажу. Набуття навичок при складанні і розрахунку зазначених систем і методів оцінки їх ефективності, вибору основного та допоміжного обладнання вищезазначених систем.

Передумови для вивчення дисципліни є набуття теоретичних знань та практичних навичок за такими дисциплінами:

- Фізика
- Хімія
- Термодинаміка і тепломасообмін
- Основи гідравліки і аеродинаміки
- Теплофізика

Програмні результати навчання:

ПРН2. Використовувати науково-технічну іноземну літературу зі спеціальності, складати науково-технічну документацію іноземною мовою; спілкуватися на професійні теми іноземною мовою.

ПРН4. Проектувати системи тепlopостачання, в тому числі з використанням Тепло насосного обладнання.

ПРН5. Обґрунтовувати екологічну безпеку проектів; розробляти проекти з охорони освітнього середовища.

ПРН7. Виконувати теплотехнічні, аеродинамічні розрахунки з використанням САПР щодо застосування різноманітного сучасного обладнання теплогазopостачання і вентиляції.

ПРН10. Створювати проекти автоматизації систем та обладнання теплогазopостачання і вентиляції з урахуванням економічних, екологічних та енергозберігаючих факторів.

ПРН11. Обробляти дані за допомогою спеціалізованих сучасних методів та засобів, розраховувати та оптимізувати технологічні параметри.

ПРН13. Застосовувати при проектуванні основні підходи до розробки моделей інтенсифікації виробництва; перспективні системи та обладнання, вироби та технології.

ПРН 14. Забезпечувати впровадження принципів і порядку проектування та ефективних методів керування роботою по монтажу в сучасних умовах.

ПРН16. Визначати ефективні засоби та технологічні параметри одержання найкращих показників по енергоефективності інженерних систем.

ПРН17. Призначати методи регулювання технологічних процесів при мінімально можливих витратах матеріальних і енергетичних ресурсів.

ПРН19. Використовувати поновлювані та екологічні, регіональні ресурси при проектуванні систем теплогазопостачання.

ПРН 20. Демонструвати навички вибору оптимальних технологій, пристроїв і матеріалів для вирішення завдань забезпечення мікроклімату, або вибору інженерних систем.

а саме

знати:

- основи теплотехнічних та парокомпресійних розрахунків теплонасосних систем та відповідних теплових потоків;
- устрій теплонасосних систем опалення різного призначення, основи їх теплогідравлічного розрахунку та їх аналіз;
- перспективи подальшого розвитку та вдосконалення за новими напрямками

володіти:

- методами розрахунку елементів та систем теплонасосного опалення;
- методами розрахунків та експлуатації теплонасосних систем опалення при різних співвідношеннях енергії низькотемпературних джерел та абонентськог споживання.

вміти:

- аналізувати сучасні та перспективні джерела інформації щодо вдосконалення процесів та устрою систем;
- узагальнювати результати розрахунків та пошуку альтернативних підходів з реконструкції і нових рішень.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва тем, змістовних блоків та модулів	Кількість годин		
		лекції	практичні	самостійна робота
1	Процеси та цикли. Реалізація законів термодинаміки в замкнених циклах. Холодильний, теплонасосний та термотрансформаторний ідеальні цикли Карно, їх ефективність	2	2	8
2	Реальний парокompресійний цикл ТН Ренкіна: особливості процесів, вибір режимних параметрів, графічне відображення циклів, питомі характеристики реальних процесів	2	2	8
3	Розрахункові параметри та вибір обладнання для ТН. Бочі тіла для теплових насосів (ТН). Спосіб отримання, термодинамічні властивості, загальна характеристика екологічності.	2	2	8
4	Низькопотенціальні джерела теплоти для ТН СТ: характеристика, умови використання ТН СТ: теплоенергетична і техніко-економічна характеристика.	2	2	6
5	Теплонасосні системи водяного опалення. Схеми, устрій. Основи розрахунку	2	2	8
6	Побудова парокompресійного циклу. Вибір обладнання. Ефективність	2	4	6
7	Теплонасосні системи гарячого водопостачання. Основи розрахунку та побудова компресійного циклу. Вибір обладнання. Ефективність	2	2	8
8	Комбіновані теплонасосні системи опалення. Основи розрахунку та побудови компресійного циклу. Вибір обладнання. Ефективність	2		6
9	Теплонасосні системи в вентиляції та кондиціонуванні повітря. Основи розрахунку та побудови компресійного циклу. Вибір обладнання. Ефективність	2		8
10	Геліоґрунтові теплонасосні системи опалення. Основи розрахунку та побудови компресійного циклу. Вибір обладнання. Ефективність	2		8
11	Засоби підвищення температури нагріву теплоносія в абонентських системах.	2		7
12	Аналіз енергетичної та техніко-економічної ефективності роботи систем. Проектна розробка систем	2	8	6
	Всього	24	24	87

Критерії оцінювання та засоби діагностики

Мінімальний та максимальний рівень оцінювання щодо "іспиту" за навчальною дисципліною "Теплонасосні системи теплопостачання" складає 60 і 100 балів і може бути досягнений наступними засобами оцінювання:

Засоби оцінювання		Мінімальна кількість балів	Максимальна кількість балів
Вид контролю	Кількість у семестрі		
Контроль знань:			
- Поточний контроль знань (стандартизовані тести), або	2	10	20
- Підсумковий (семестровий) контроль знань	1		
- Виконання курсового проекту	1	10	20
Іспит	1	40	60
Разом		60	100

Курсовий проект складається з двох частин: розрахункової та графічної і виконується у вигляді пояснювальної записки та графічної частини (формат А-1).

За індивідуальним завданням в розрахунковій частині необхідно виконати:

- вибір та обґрунтування принципової теплонасосної системи. Визначення режимних параметрів абонентської системи;
- розробка системи відбору теплоти;
- вибір робочого тіла, визначення режимних параметрів теплового насоса. Побудова циклу;
- вибір обладнання систем, визначення показників енергетичної ефективності.

Графічна частина включає:

- загальну схему теплонасосної системи теплопостачання з відображенням початкових даних, результатів розрахунку та підбраного обладнання;
- загальну схему системи відбору теплоти з розробленим варіантом відповідного теплообмінника;
- графічне зображення процесу компресійного циклу теплового насоса в «lgP – h» діаграмі;
- схему пароконпресійного контуру теплового насоса з відображенням початкових і розрахункових параметрів, а також даних підбраного обладнання;
- технічні характеристики підбраного обладнання, енергетичні і техніко-економічні показники розробленої теплонасосної системи теплопостачання;
- схему теплонасосної системи теплопостачання за індивідуальним завданням з специфікацією обладнання.

Методичні рекомендації до виконання курсового проекту [19].

Один раз за семестр проводиться контроль знань – **стандартизований тест** (20 тестових питань)

Наприклад:

1. Засособи підвищення температури нагріву теплоносія для абонентських систем. Системи зі східчастими, з каскадним з'єднанням і з варіативним підключенням теплонасосних установок до магістралей підсистем відбору та споживання теплоти.
2. Теплонасосні системи сонячного теплопостачання. Можливості та раціональні пристрої систем теплопостачання. Умови енергоефективної роботи систем.

Підсумковий контроль знань проводиться для студентів, що не змогли з будь яких причин набрати необхідну кількість балів, або для студентів, що бажають збільшити вже набрану кількість балів. Підсумковий контроль знань здійснюється у вигляді відповіді на запропоновані питання згідно програми курсу дисципліни.

Іспит проводиться в усній формі, по білетах встановленого зразку. В кожному білеті наведені три питання

Питання до іспиту

1. Загальні відомості про термодинамічних процесах зміни стану ідеальних газів.
2. Загальні відомості про термодинамічних процесах і циклах: оборотні, необоротні, прямі і зворотні (теплові двигуни, термотрансформатори).
3. Ефективність прямих і зворотних циклів: теплових двигунів і термотрансформаторов.
4. Ідеальні цикли Карно: холодильний і теплонасосних, графічне зображення, ефективність.
5. Ідеальний термотрансформаторний цикл Ренкіна: схема, графічне зображення, ефективність.
6. Реальний цикл парокомпрессионного ТН: схема, графічне зображення, ефективність.
7. Робочі тіла для теплових насосів: види, одержання, властивості.
8. Робочі тіла для теплових насосів: види, термодинамічні вимоги, озonoактивних.
9. Природні і штучні низько потенційного джерела теплоти для теплонасосних систем теплопостачання (ТНСТ): різновиди, особливості застосування, характеристика.
10. Визначення режимних параметрів абонентської системи в ТН системі теплопостачання.
11. Вибір робочого тіла і режимних параметроив теплового насоса.
12. Загальна методика побудови парокомпрессионного циклу ТН в "lg P-i" діаграмі.
13. Питомі показники ефективності процесів і парокомпрессионного циклу в "lg P-i" діаграмі.
14. Компресори ТНСТ: види, особливості застосування, основи розрахунку, підбір.
15. Конденсатори ТНСТ: види, особливості застосування, основи розрахунку, підбір.

16. Випарники ТНСТ: види, особливості застосування, основи розрахунку, підбір.
17. Визначення коефіцієнтів заміщення потужності і ефективності (перетворення) в ТНСТ.
18. Визначення коефіцієнта перетворення первинної енергії (ККД) ТН.
19. Розрахунок економії палива, що спалюється за опалювальний період в ТНСО.
20. Теплонасосна водо-водячи система опалення підвищеної ефективності: схема, загальний принцип роботи, визначення економії палива.
21. Теплонасосна система утилізації теплоти вентиляційного повітря: схема, загальний принцип роботи, визначення економії палива.
22. Теплонасосна схема системи цілорічного теплохолодопостачаннябудівлі.
23. Термотрансформаторная система цілорічного теплохолодопостачання будівель: схема, принцип роботи, ефективність.
24. Сонячна постійна, види потоків сонячного випромінювання, принцип роботи КСЕ.
25. Система прямого перетворення сонячної енергії в теплову: схема, пристрій, принцип роботи, переваги, недоліки.

Список рекомендованої літератури:

Основна література

1. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. Мінрегіон України. К. 2013, 232 с.
2. Холодильні установки та теплові насоси. Структурні схеми систем, схеми трубопроводів та функціональні схеми. Кресленики та позначки (EN 1861:1998, IDT) [Текст] / пер. і наук.-техн. ред. Л. Вовк [та ін.]. – Вид. офіц. – Чинний від 01.10.2006. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – IV, 28 с.
3. Эффективные системы отопления. Под общей редакцией В.Е.Минина - Л.: Стройиздат,1988.- 372 с.
4. Д.Рей, Д.Макмайл. Тепловые насосы / Перевод с английского Е.И.Янговского. - М.: Энергоатомиздат, 1982.- 220 с.
5. А.В.Быков. Холодильные машины и тепловые насосы. - М.: Агропромиздат,1988.- 290 с.
6. Г. Хайнрих и др. Теплонасосные установки для отопления и горячего водоснабжения /Пер. с немецкого - М.:Стройиздат,1985.- 351 с
7. Е.И. Янговский, Ю.В. Пустовалов. Парокомпрессионные теплонасосные установки. - М.: Энергоиздат,1982.- 270 с.
8. Е.И. Янговский, Л.А. Левин. Промышленные тепловые насосы. - М.:Энергоатомиздат,1989. - 254 с.
9. В.С. Мартыновский. Тепловые насосы.-М.:Госэнергоиздат,1985. - 190 с.
10. А.В. Мартынов. Установки для трансформации тепла и холода. - М.: 1989.-192с.
11. Ткаченко С.И. Остапенко О.П. Парокомпресійні теплонасосні установки в системах тепlopостачання. - Вінниця, ВНТУ, 2009. - 175 с.
12. Петраш В.Д. «Теплонасосные системы теплоснабжения» Монография. «БВВ», 2014. - 527 с.
13. Безродний М. К. Теплові насоси та їх використання [Текст] : навч. посіб. / М. К. Безродний, І. І. Пуховий, Д. С. Кутра. – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 312с.

Допоміжні джерела інформації

14. ДСТУ Б В.2.5-44:2010 Проектування систем опалення будівель з тепловими насосами. - Київ.; Мінрегіонбуд України, 2010, с57.
15. ДСТУ 3859-99 (ГОСТ 30645-99) Теплові насоси «повітря-вода» для комунально-побутового теплопостачання Загальні технічні вимоги та методи випробувань стандартів
16. Холодильные компрессоры. Справочник, под ред. А.В. Быкова. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. - 280 с.
17. Холодильные машины. Под ред. А.И.Сакуна.- Л.: Машиностроение, 1985.-512с.
18. Справочник проектировщика. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Ч.3. кн.1,2. Под ред. Н.Н.Павлова и Ю.Н.Шиллера. - М.: Стройиздат, 1992..
19. Петраш В.Д. Методичні вказівки до розробки курсового проекту «Теплонасосні системи опалення та гарячого водопостачання» з дисципліни «Теплонасосні системи теплопостачання». ОГАСА, 2020. - 87 с.
20. Холодильні установки та теплові насоси. Структурні схеми систем, схеми трубопроводів та функціональні схеми. Кресленики та позначки (EN 1861:1998, IDT) [Текст] / пер. і наук.-техн. ред. Л. Вовк [та ін.]. – Вид. офіц. – Чинний від 01.10.2006. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – IV, 28 с.
21. Гершкович В. Ф. Особенности проектирования систем теплоснабжения зданий с тепловыми насосами / В. Ф. Гершкович. – К.: Украинская Академия Архитектуры ЧП “Энергоминимум”, 2009. – 60 с.
22. www.eco-energy.com.ua/herz ww .
23. www.domteplo.ru/GHP Vaillant .
24. [www.viessmann.ru/ru/products/Heat pumps](http://www.viessmann.ru/ru/products/Heat_pumps) .
25. Документация для планирования и проектирования тепловых насосов. Buderus. [Електронний ресурс] // Режим доступу – http://www.adeptamasa.com/doc_proect/Logatherm%20WPS_draft.pdf