

Міністерство освіти і науки України

ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА
ТА АРХІТЕКТУРИ



РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

ОПАЛЕННЯ

Освітній рівень	Другий (магістерський)						
Програма навчання	Обов'язкова						
Галузь знань	19	Архітектура та будівництво					
Спеціальність	192	Будівництво та цивільна інженерія					
Освітня програма	Теплогазопостачання та вентиляція						
Цикл навчальних дисциплін	Професійної підготовки за освітньо-науковою програмою						
Структура навчальної дисципліни	4 кредитів ECTS (120 академічних годин)						
	Обсяг дисципліни	Частина	Обсяг (академічних годин)	Лекції (академічних годин)	Практичні (академічних годин)	Лабораторні (академічних годин)	Самостійна робота (академічних годин)
			120	20	16	-	84
	Індивідуальні та (або) групові завдання	Курсовий проект					
Форми контролю	Іспит						

Робоча програма навчальної дисципліни «**Опалення**» є основним документом навчально-методичного забезпечення дисципліни, передбаченим Законом України «Про вищу освіту» (п.12 ч.3.ст.34 та ч.7 ст.35) і відповідає вимогам, встановленим у п.38 Ліцензійних умов провадження освітньої діяльності. Мова викладання – українська.

Робоча програма складена відповідно до:

- освітньо-професійної програми підготовки другого (магістерського) рівня галузі знань 19 – Архітектура та будівництво, **спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія**, що схвалено та введено в дію Вченою Радою ОДАБА.

Розробник:

д.т.н., проф. Петраш В. Д.

УЗГОДЖЕНО

Керівник навчально-методичного відділу

Д. Голубова

РЕКОМЕНДОВАНО

Науково-методичною комісією
Одеської державної академії будівництва
та архітектури

Голова НМК

Кругтій Ю.С.

РОЗГЛЯНУТО ТА РЕКОМЕНДОВАНО

на засіданні кафедри Теплогазопостачання та вентиляції
протокол № 1 від 6 вересня 2018 р.

Завідуючий кафедрою

Елькін Ю.Г.

Мета навчальної дисципліни і очікувані результати навчання

Передумовами для вивчення дисципліни «Опалення» є набуття теоретичних знань та практичних навичок за такими дисциплінами:

- Термодинаміка та тепломасообмін.
- Основи гідравліки і аеродинаміки.
- Теплопостачання.

Метою дисципліни «Опалення» є формування у майбутніх фахівців знань та умінь, необхідних при проектуванні і експлуатації теплонасосних систем (ТНСТ) опалення, вентиляції та гарячого водопостачання. Набуття навичок при складанні і розрахунку зазначених систем і методів оцінки їх ефективності, вибору основного та допоміжного обладнання та використання вищезазначених систем.

Програмні результати навчання:

знати:

- наукові та практичні основи розробки енергозберігаючих ТНСТ;
- термодинамічні основи, принципові схеми та технологічні структурні підсистеми;

володіти:

- методами та засобами розробки зазначених ТНСТ;
- засобами самостійного аналізу та прийняття обґрунтованих рішень. ;

вміти:

- самостійно аналізувати, компетентно розробляти ТНСТ;
- самостійно застосувати отриманих знання при розробці та експлуатації ТНСТ;
- обґрунтувати проектні рішення при розробці проектної та робочої технічної документації;
- контролювати відповідність проектів завданням на проектування, стандартам, технічним умовам і іншим нормативним документам.

2. Програма навчальної дисципліни

2.1. Лекції

№п/п	Назва тем	Кількість годин
		Денна
1	Термодинамічні основи теплових насосів. Система. Закони. Ексергія. Ідеальні термодинамічні цикли теплонасосної установки, їх ефективність. Прямий термодинамічний цикл, його ефективність	2
2	Зворотний термодинамічний процес, реалізований в теплових насосах, холодильних машинах і термотрансформаторов. Ефективність зворотних термодинамічних циклів.	2
3	Реальний термодинамічний цикл Ренкіна теплового насоса, його ефективність. Аналіз енергетичних втрат в дійсному компресійному циклі теплового насоса Дійсний коефіцієнт перетворення теплового насоса.	2
4	Способи 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
5	Робочі речовини теплових насосів. Отримання і хімічний склад, термодинамічні властивості і вимоги пред'являються до робочих речовинам теплових насосів, вибір.	2
6	Структурно-функціональний пристрій теплонасосних систем теплопостачання. Акумуляування теплоти в теплонасосних системах. Пристрій реверсивних систем тепло- холодопостачання.	2
7	Теплопостачання на основі теплоти ґрунту. Пристрій і основи розрахунку. Системи з горизонтальними колекторними теплообмінниками, з вертикальними теплообмінниками в свердловинах (зондами). Визначення питомої відбору теплоти ґрунту з урахуванням режиму	2

№п/п	Назва тем	Кількість годин
		Денна
8	Теплопостачання на основі теплоти повітряних потоків і відпрацьованих газів. Системи місцевого гарячого водопостачання. Система водяного опалення та гарячого водопостачання на основі. Тепло- холодопостачання на основі енергії повітряних потоків.	2
9	Теплопостачання на основі енергії сонячного випромінювання. Характеристика сонячного випромінювання. Сонячна постійна. Традиційні схеми систем сонячного теплопостачання. Системи теплопостачання з підвищеною ефективністю використання енергії сонячного випромінювання. Теплопостачання на основі місцевих сонячно-паливних котелень.	2
10	Тепло-холодопостачання на основі інтегрованої енергії низькотемпературних джерел. Теплопостачання на основі енергії сонячного випромінювання і ґрунту. Теплопостачання на основі геліоґрунтової і утилізованої теплоти вентиляційного повітря, яке видається. Теплопостачання на основі енергії сонячного випромінювання і зовнішнього повітря.	2
Разом		20

2.2. Лабораторні заняття – програмою не передбачено

2.3. Практичні заняття

№п/п	Назва тем	Кількість годин
		Денна
1	Термодинамічні основи теплових насосів. Система. Закони. Ексергія. Ідеальні термодинамічні цикли теплонасосної установки, їх ефективність. Прямий термодинамічний цикл, його ефективність	2

№п/п	Назва тем	Кількість годин
		Денна
2	Зворотний термодинамічний процес, реалізований в теплових насосах, холодильних машинах і термотрансформаторов. Ефективність зворотних термодинамічних циклів.	-
3	Реальний термодинамічний цикл Ренкіна теплового насоса, його ефективність. Аналіз енергетичних втрат в дійсному компресійному циклі теплового насоса Дійсний коефіцієнт перетворення теплового насоса.	2
4	Способи 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
5	Робочі речовини теплових насосів. Отримання і хімічний склад, термодинамічні властивості і вимоги пред'являються до робочих речовинам теплових насосів, вибір.	2
6	Структурно-функціональний пристрій теплонасосних систем теплопостачання. Акумулявання теплоти в теплонасосних системах. Пристрій реверсивних систем тепло- холодопостачання.	2
7	Теплопостачання на основі теплоти ґрунту. Пристрій і основи розрахунку. Системи з горизонтальними колекторними теплообмінниками, з вертикальними теплообмінниками в свердловинах (зондами). Визначення питомої відбору теплоти ґрунту з урахуванням режиму	-
8	Теплопостачання на основі теплоти повітряних потоків і відпрацьованих газів. Системи місцевого гарячого водопостачання. Система водяного опалення та гарячого водопостачання на основі. Тепло- холодопостачання на основі енергії повітряних потоків.	2

№п/п	Назва тем	Кількість годин
		Денна
9	Теплопостачання на основі енергії сонячного випромінювання. Характеристика сонячного випромінювання. Сонячна постійна. Традиційні схеми систем сонячного теплопостачання. Системи теплопостачання з підвищеною ефективністю використання енергії сонячного випромінювання. Теплопостачання на основі місцевих сонячно-паливних котелень.	2
10	Тепло-холодопостачання на основі інтегрованої енергії низькотемпературних джерел. Теплопостачання на основі енергії сонячного випромінювання і ґрунту. Теплопостачання на основі геліоґрунтової і утилізованої теплоти вентиляційного повітря, яке видається. Теплопостачання на основі енергії сонячного випромінювання і зовнішнього повітря.	2
Разом		16

2.4. Самостійна робота

№ п/п	Зміст роботи	Кількість годин
		денна
1	Повторення теоретичних і методичних основ курсу	44
2	Виконання курсового проекту	24
2	Підготовка до іспиту	16
Всього		84

3. Тематика індивідуальних та/або групових завдань

З дисципліни передбачено виконання курсового проекту який складається з розрахункової та графічної частин і виконується у вигляді пояснювальної записки та графічної частини (формат А-1)

В розрахунковій частині необхідно:

- вибрати та обґрунтувати принципову схему теплонасосної системи теплопостачання; - визначити теплову потужність температурну та режимну;

- розробити систему відбору теплоти;
- вибрати робоче тіло та режимні параметри теплового насоса; - побудувати парокомпресійний цикл теплового насоса в «lgP-h» діаграмі;
- розрахувати параметри робочого тіла в парокомпресійному циклі; - розрахувати цикл та підібрати основне обладнання;
- розрахувати показники енергетичної ефективності теплонасосної системи тепlopостачання. У графічній частині надається:
- загальна схема теплонасосної системи тепlopостачання з відображенням початкових даних, результатів розрахунку та підбраного обладнання;
- загальна схема системи відбору теплоти з розробленим варіантом відповідного теплообмінника;
- зображення процесу компресійного циклу теплового насоса в «lgP – h» діаграмі;
- схема парокомпресійного контуру теплового насоса з відображенням початкових і розрахункових параметрів, а також даних підбраного обладнання;
- технічні характеристики підбраного обладнання, енергетичні і технікоекономічні показники розробленої теплонасосної системи тепlopостачання.

Методичні рекомендації до виконання курсового проекту [16]

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

Приклад:

1. Засоби 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 тепlopостачання. Можливості та раціональне пристрій систем тепlopостачання. 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 усної бесіди з викладачем.

4. Критерії оцінювання та засоби діагностики

Мінімальний та максимальний рівень оцінювання курсового проекту за навчальною дисципліною «Опалення» складає 60 і 100 балів і може бути досягнений наступними засобами оцінювання:

Засоби оцінювання	Мінімальна кількість балів	Максимальна кількість балів
Якість роботи над розрахунковою частиною	20	30
Якість графічної частини	10	20
Захист курсового проекту	30	50
Разом	60	100

Мінімальний та максимальний рівень оцінювання щодо «іспиту» за навчальною дисципліною «Опалення» 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		
Поточна контрольна робота та активність в учбовому процесі	1	15	20
Контроль знань:			
- Поточний контроль знань (стандартизовані тести) або	1	15	20
- Підсумковий (семестровий) контроль знань - іспит	1	30	60
Разом		60	100

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

4.2 Перелік питань до іспиту з навчальної дисципліни «Теплопостачання»:

1. Як визначаються розрахункові витрати теплоти?
2. Парові системи теплопостачання. Переваги і недоліки.
3. Типи теплофікаційних установок. Характеристики, переваги і недоліки.
4. Пароводяні установки, що підігрівають. Характеристики, переваги і недоліки.
5. Схеми збору і повернення конденсату.
6. Підкачуюча підстанція в теплових мережах, призначення і властивості.
7. Двоступінна тепла мережа. Схема обладнання.
8. Регулювання теплового навантаження, засоби регулювання.
9. Визначити яке регулювання теплового навантаження є змішаним.
10. Визначити яке регулювання теплового навантаження є кількісним.
11. Визначити яке регулювання теплового навантаження є якісне.

12. Регулювання при паралельному підключенні системи гарячого водопостачання, вентиляції і системи опалення.
13. Регулювання при змішаному підключенні системи гарячого водопостачання і системи опалення.
14. Регулювання при двоступінчатому послідовному підключенні системи гарячого водопостачання і системи опалення.
15. Схема збору і повернення конденсату з попереднім охолодженням.
16. Надземне прокладення теплових мереж. Переваги і недоліки.
17. Безканальне прокладення теплових мереж. Переваги і недоліки.
18. Види каналного прокладення теплових мереж. Переваги і недоліки.
19. Схеми збору і повернення конденсату з вторинним скипанням.
20. Геотермальна станція теплопостачання.
21. Види компенсації температурних деформацій трубопроводів.
22. Сальниковий компенсатор. Конструкція, переваги і недоліки.
23. Теплові насоси. Принцип дії, переваги і недоліки.
24. Самокомпенсація. Сфера застосування, переваги і недоліки.
25. Теплова ізоляція трубопроводів. Конструктивні особливості.
26. Опори в теплових мережах. Види опор, сфера застосування.
27. Нерухомі опори. Види опор і конструктивні особливості.
28. Рухливі опори. Види опор і конструктивні особливості.
29. Спільна робота ТЕЦ і пікових котелень.
30. Загальні відомості про термодинамічні процеси зміни стану ідеальних газів.
31. Загальні відомості про термодинамічні процеси і цикли: оборотні, необоротні, прямі і зворотні (теплові двигуни, термотрансформатори).
32. Ефективність прямих і зворотних циклів: теплових двигунів і термотрансформаторів.
33. Ідеальні цикли Карно: холодильний і теплонасосний, графічне зображення, ефективність.
34. Ідеальний термотрансформаторний цикл Ренкіна: схема, графічне зображення, ефективність.
35. Реальний цикл парокompресійного ТН: схема, графічне зображення, ефективність.
36. Робочі тіла для теплових насосів: види, одержання, властивості.
37. Робочі тіла для теплових насосів: види, термодинамічні вимоги, озonoактивність.
38. Природні та штучні низько потенційного джерела теплоти для теплонасосних систем теплопостачання (ТНСТ): різновиди, особливості застосування, характеристика.

39. Визначення режимних параметрів абонентської системи в ТН системі тепlopостачання.
40. Вибір робочого тіла і режимних параметрів теплового насоса.
41. Загальна методика побудови паро-компресійного циклу ТН в "lg P-i" діаграмі.
42. Питомі показники ефективності процесів і паро-компресійного циклу в "lg P-i" діаграмі.
43. Компресори ТНСТ: види, особливості застосування, основи розрахунку, підбір.
44. Конденсатори ТНСТ: види, особливості застосування, основи розрахунку, підбір.
45. Випарники ТНСТ: види, особливості застосування, основи розрахунку, підбір.
46. Визначення коефіцієнтів заміщення потужності і ефективності (перетворення) в ТНСТ.
47. Визначення коефіцієнта перетворення первинної енергії (ККД) ТН.
48. Розрахунок економії палива, що спалюється за опалювальний період в ТНСО.
49. Теплонасосна водо-водяна система опалення підвищеної ефективності: схема, загальний принцип роботи, визначення економії палива.
50. Теплонасосна система утилізації теплоти вентиляційного повітря: схема, загальний принцип роботи, визначення економії палива.
51. Теплонасосна схема системи цілорічного теплохолодopостачання будівлі.
52. Термотрансформаторна система цілорічного теплохолодopостачання будівель: схема, принцип роботи, ефективність.
53. Сонячна постійна, види потоків сонячного випромінювання, принцип роботи КСЕ.
54. Система прямого перетворення сонячної енергії в теплову: схема, пристрій, принцип роботи, переваги, недоліки.
55. Теплонасосна система сонячного гарячого водopостачання: схема, пристрій, ефективність.
56. Теплонасосна система утилізації димових газів теплогенераторів: схема, пристрій, ефективність.
57. Теплонасосна система будівельно-технологічного сушіння матеріалів: схема, пристрій, ефективність.
58. Двохступенева система ТНСТ: схема, принцип роботи, графічне зображення процесів, ефективність.
59. Каскадна система ТНСТ: схема, принцип роботи, графічне зображення процесів, ефективність.

5. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. - Київ.; Мінрегіонбуд України, 2013,
2. Эффективные системы отопления. Под общей редакцией В.Е.Минина- Л.: Стройиздат,1988.- 372 с.
3. Д.Рей, Д.Макмайл.Тепловые насосы/ Перевод с английского Е.И.Янговского. - М.: Энергоатомиздат, 1982.- 220 с.
4. А.В.Быков. Холодильные машины и тепловые насосы. - М.: Агропромиздат,1988.- 290 с.
5. Г. Хайнрих и др. Теплонасосные установки для отопления и горячего водоснабжения /Пер. с немецкого - М.:Стройиздат,1985.- 351 с.
6. Е.И. Янговский, Ю.В. Пустовалов. Парокомпрессионные теплонасосные установки. - М.: Энергоиздат,1982.- 270 с.
7. Е.И. Янговский, Л.А. Левин. Промышленные тепловые насосы. - М.:Энергоатомиздат,1989. - 254 с.
8. В.С. Мартыновский. Тепловые насосы.-М.:Госэнергоиздат,1985. - 190 с.
9. В.С. Мартыновский. Циклы, схемы и характеристики термо- трансформаторов,- М.:Энергия, 1977.-280 с.
- 10.В.П. Проценко и др. Тепловые насосы. Учебное пособие ВЗПИ. - М.: 1974. - 98с.
- 11.А.В. Мартынов. Установки для трансформации тепла и холода. - М.: 1989.192с.
- 12.Холодильные компрессоры. Справочник, под ред. А.В. Быкова. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. - 280 с.
- 13.Холодильные машины. Под ред. А.И. Сакуна.- Л.: Машиностроение, 1985.512с. Справочник проектировщика. Вентиляция и кондиционирование воздуха.Ч.3.кн.1,2. Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.Н. Шиллера. - М.: Стройиздат,1992.
- 14.Ткаченко С.И. Остапенко О.П. Парокомпресійні теплонасосні установки в системах теплопостачання. - Вінниця, ВНТУ, 2009. – с. 175.
- 15.ДСТУ Б В.2.5-44:2010 Проектування систем опалення будівель з тепловими насосами. - Київ.; Мінрегіонбуд України, 2010, с. 57. ДСТУ 3859-99 (ГОСТ 30645-99) Теплові насоси «повітря-вода» для комунально-побутового теплопостачання Загальні технічні вимоги та методи випробувань стандартів.

Допоміжні джерела інформації

- 16.Петраш В.Д. Методические указания к разработке курсового проекта «Теплонасосные системы отопления и горячего водоснабжения» по дисциплине «Научные основы применения теплонасосного оборудования». ОГАСА, 2012. - с.87.
- 17.Петраш В.Д. «Теплонасосные системы теплоснабжения» Монография. «БВВ», 2014. - с.527.

- 18.Справочник строителя / В.С.Аханов, Г.А.Ткаченко . — 4-е изд.,доп. и перераб. — Ростов-на-Дону : феникс, 2003 . — 480с.
- 19.Кравченко В.С. Санітарно-технічне обладнання будинків: Підручник К.: Кондор,2007 – 458 с.