

Київський національний університет
будівництва і архітектури
Кафедра теплотехніки

Шифр Спеціальності 144	Назва спеціальності, освітньої програми Теплоенергетика, ОП «Енергетичний менеджмент, енергоєфективні муніципальні та промислові теплові технології»	Сторінка 1 з 4
------------------------------	--	----------------

«Затверджую»

Завідувач кафедри теплотехніки
к.т.н., доцент Михайло КИРИЧЕНКО
29.08.2023 р.

Розробник

к.т.н. Крістіна ГАБА
29.08.2023 р.



СИЛАБУС

Дисципліна обов'язкової компоненти Водопідготовка теплоенергетичних об'єктів

Шифр за освітньою програмою: ОК 3.16
1) Навчальний рік: 2023/2024
2) Освітній рівень: перший (бакалавр)
3) Форма навчання: денна, заочна
4) Галузь знань: 14 -Електрична інженерія
5) Спеціальність, назва освітньої програми: 144- Теплоенергетика, ОП «Енергетичний менеджмент, енергоєфективні муніципальні та промислові теплові технології»
8) Статус освітньої компоненти: обов'язкова
9) Семестр: сьомий
11) Контактні дані викладача: Габа Крістіна Олексіївна, к.т.н., e-mail: tsykal.ko@knuba.edu.ua ; +380442497256 https://org2.knuba.edu.ua/course/index.php?categoryid=64
12) Мова викладання: українська
13) Пререквізити: ОК 2.2 - Фізика, ОК 2.3 - Хімія, ОК 3.3 - Тепломасообмін, ОК 3.15- Теплогенеруючі установки, ОК 3.16 - Теплопостачання
14) Мета курсу: набуття студентами знань в галузі підготовки води для використання в технологічних циклах теплоенергетичних установок і теплових мереж, методів підготовки води, конструкцій і принципів роботи водопідготовчого обладнання, енергозберігаючих технології підготовки теплоносія для потреб теплоенергетичних об'єктів.

15) Результати навчання:

№	Програмний результат навчання	Метод перевірки навчального ефекту	Форма проведення занять	Посилання на компетенції
---	-------------------------------	------------------------------------	-------------------------	--------------------------

1.	ПР-6. Знати та розуміти основи технології виробництва, транспортування, розподілу і використання енергії; правове господарське, екологічне та охоронне законодавство в галузі охорони здоров'я та безпеки життєдіяльності.	Проміжний та підсумковий контроль (залік, захист індивідуальної роботи)	Лекційні, практичні заняття в аудиторії/самостійна робота студента	ІК; ФК-9-12
----	---	---	--	----------------

16) Структура курсу:

Денна форма навчання

Лекції, год.	Практичні заняття, год.	Лабораторні заняття, год.	Курсовий проект/ курсова робота РГР/Контрольна робота	Самостійна робота студента, год.	Форма підсумкового контролю
24	16	-	2 РГР	70	іспит
Сума годин:			120		
Загальна кількість кредитів ECTS:			4,0		
Кількість годин (кредитів ECTS) аудиторного навантаження:			40 годин (1,2 кредитів ECTS)		

Заочна форма навчання

Лекції, год.	Практичні заняття, год.	Лабораторні заняття, год.	Курсовий проект/ курсова робота РГР/Контрольна робота	Самостійна робота студента, год.	Форма підсумкового контролю
10	10	-	2 РГР	70	іспит
Сума годин:			120		
Загальна кількість кредитів ECTS:			4,0		
Кількість годин (кредитів ECTS) аудиторного навантаження:			20 години (0,8 кредитів ECTS)		

17) Зміст курсу: (окремо для кожної форми занять – Л/Пр/Лаб/ КР/СРС)

Лекції

Тема 1. Вода як теплоносії. Принципові схеми обороту води у робочих циклах теплоелектростанцій та опалювальних котельнях. Вихідна, живильна, продувочна, добавочна, охолоджуюча вода. Класифікація та характеристика природних вод. Вплив домішок води на надійність роботи теплоенергетичного обладнання. Джерела водопостачання теплоенергетичних об'єктів.

Тема 2. Показники якості води. Вимоги до якості води парових та водогрійних котлів. Накипоутворення. Види відкладень теплоенергетичного обладнання. Основні задачі водно-хімічного режиму (ВХР).

Тема 3. Попередня очистка води. Реагентні та безреагентні методи попередньої очистки води. Фізико-хімічні механізми коагуляції. Коагулянти та флокулянти. Освітлення, осадження, вапнування. Видалення сполук кремнію та заліза. Механічні освітлювальні фільтри. Фільтруючі матеріали. Технологічні схеми і розрахунки.

Тема 4. Пом'якшення води. Видалення з води іонів Ca^{2+} , Mg^{2+} методом іонного обміну. Катіоніти та аніоніти. Технологічні характеристики іонообмінних матеріалів. Na- катіонування. H- катіонування. Аніонування, видалення кремнійвмісних аніонів. Регенерація іонообмінних фільтрів. Схеми іонообмінних водопідготовчих установок.

Тема 5. Фізико-хімічні і термодинамічні основи процесу випарювання термічного знесолення води. Принципова схема випарної установки. Випарні установки киплячого типу. Випарники з винесеною зоною кипіння. Технічні характеристики випарників поверхневого типу. Випарні установки миттєвого кипіння. Особливості експлуатації випарних установок.

Тема 6. Безреагентні методи обробки води. Мембранні методи обробки води. Зворотній осмос. Ультрафільтрація. Проникність та селективність мембран. Типи апаратів для зворотнього осмосу і ультрафільтрації, які використовуються на ТЕС. Електродіаліз. Контроль за відкладеннями на установках зворотнього осмосу та електродіалізу.

Тема 7. Методи модифікації теплоносія. Магнітна та височастотна обробка води. Застосування ультразвуку. Комплексопнатна обробка води. Обробка води фосфонатами. Принципові схеми. ПАР-технології обробки води.

Тема 8. Методи видалення з води розчинених газів. Корозійно активні гази. Розчинність газів у воді. Закон Генрі. Поняття про основи процесу термічної деаерації. Типи деаeratorів та їх конструкції. Включення деаeratorів у теплові схеми і експлуатація деаeratorів.

Тема 9. Захист енергетичного обладнання від корозії та накипоутворення. Основні види корозії металу

енергетичного обладнання. Інгібітори корозії. Методи боротьби з корозією. Методи контролю за швидкістю росту відкладень. Вплив товщини відкладень на температуру стінки труби екрану котла та витрату палива. Видалення відкладень з поверхонь нагріву енергетичного обладнання. Видалення вільної вуглекислоти у карбонізаторах. Хімічні методи видалення розчинених газів з води. Хімічні деаерація. Принципові схеми. Розрахунок реагентів для хімічної деаерації.

Тема 10. Водно-хімічний режим ТЕС. Норми якості пари та води ТЕС. Джерела та характеристики відкладень пароводяного тракту ТЕС. Методи обробки охолоджувальної води. Фізичні та хімічні методи обробки додаткової води. Очистка турбінного та виробничого конденсату. Апарати та схеми очистки конденсату. Технологічні схеми водопідготовчих установок і блочних знесолювальних установок.

Тема 11. Водно-хімічний режим котельних агрегатів. Теплові схеми ТЕС з барабанними котлами. Внутрішньобарабанні пристрої у котлах: для вводу живильної води і корекційних реагентів, ступінчатого випарювання, сепараційні, паропромивочні, парозбірні пристрої, пристрої для продувки котлової води і пари. Періодична і безперервна продувка барабанних котлів. ВХР прямооточних котлів. ВХР котлів-утилізаторів.

Тема 12. Особливості водопідготовки у теплових мережах. Системи технічного водопостачання ТЕС. Вимоги до якості живильної і мережної води. Способи підготовки води для теплових мереж. Водопідготовка на виробничо-опалювальних котельнях. Водно-хімічний режим теплових мереж. Системи технічного водопостачання ТЕС. Методи очистки котлів від відкладень. Контроль водно-хімічного режиму. Очистка поверхонь нагріву кислотами. Механічне очищення.

Практичні заняття.

Практичне заняття 1. Розрахунок механічних фільтрів, визначення концентрації комплексонів для хімічної деаерації підживлювальної води.

Практичне заняття 2. Розрахунок концентрації кисню після термічного деаератора. Розрахунок концентрації вуглекислого газу після декарбонізатора.

Практичне заняття 3. Розрахунок натрій-катионітового фільтру.

Практичне заняття 4. Підбір мембранної установки підготовки води для парової котельні.

Практичне заняття 5. Розрахунок освітлювального фільтру та підбір коагулянту.

Практичне заняття 6. Вибір схеми водопідготовки опалювальної котельні.

Практичне заняття 7. Розрахунок механічних фільтрів.

Практичне заняття 8. Розрахунок фільтру змішаної дії.

Розрахунково-графічна робота

Для поглиблення і закріплення теоретичних знань студенти виконують дві розрахунково-графічні роботи:

1. Розрахунок та підбір механічного фільтру.
2. Розрахунок системи водо підготовки виробничо-опалювальної котельні.

Розділи розрахунково-графічної роботи:

- вихідні дані;
- розрахунок показників води для вибору схеми підготовки води;
- Na- катионітових фільтрів другого ступеню;
- Na- катионітових фільтрів першого ступеню;
- розрахунок попередніх водень-катионітових фільтрів з «голодною» регенерацією;
- принципова схема водопідготовки.

Самостійна робота студента

Студенти самостійно опрацьовують матеріали лекцій, практичних занять, виконують розрахунково-графічну роботу.

18) Основна література:

1. Кишневський В.А. Сучасні методи обробки води в енергетиці: Навчальний посібник для студентів спеціальностей «Теплоенергетика», «Атомнаенергетика» та експлуатаційного персоналу ТЕС і АЕС. - Одеса: ОГПУ, 1999. – 196 с.

2. Мисак Й.С., Тимофєєв І.Л., Заяць М.Ф. Водопідготовка, водно-хімічний режим та консервація теплоенергетичного устаткування електростанцій: Навч. посібник (рукопис). – 2009. – 183 с.

3. Запольський А. К. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод/ А. К. Запольський, Н. А. Мішкова-Клименко та ін. – К. : Лібра, 2000. – 552 с

Нормативна література:

1. НПАОП 0.00-1.81-18. Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском (54590).

2. ДНАОП 0.00-1.08- 94 «Правила будови та безпечної експлуатації парових і водогрійних котлів».

3. НПАОП 0.00-1.26-96 «Правила будови і безпечної експлуатації парових котлів з тиском пари не більше 0,07 МПа (0,7 кгс/см²), водогрійних котлів і водопідігрівачів з температурою нагріву води не вище 115 град.С».

4. ДержСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до питної води, призначеної для пиття людини».

5. Правил технічної експлуатації теплових установок і мереж, 2015 р.

6. Р 204 України 002-96. Збірник керівних документів по захисту від корозії систем теплопостачання та

Конспект лекцій:

1. Габа К.О. Водопідготовка. Конспект лекцій. – К.КНУБА, 2021. – 72 с.
2. Ткачов В.О., Чуб І.М. Водопідготовка систем ТГПіВ. – Х.ХНАМГ, 2012. – 50 с.

19) Додаткові джерела:

1. [Бойко В.О., Поржезінський Ю.Г. Водопідготовка в промислових котельнях. К.: ЮНІДО, 2015 – 52с.](https://docplayer.net/54875134-Vodopidgotovka-v-promislovih-kotelnyah.html) (електронна версія) <https://docplayer.net/54875134-Vodopidgotovka-v-promislovih-kotelnyah.html>.
2. Гламазін, П. М., Вітковський, В. С., Рогожин, Д. В., Карпюк, М. А., & Габа, К. О. (2022). Підвищення ефективності систем централізованого тепло-постачання за рахунок оптимізації служби підготовки води. Досвід КП «Житомиртеплоенерго». Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання, 43, 50-64.
3. Kravchenko, M., Berezytska, Y., Hunchenko, O., Vasylenko, L., & Haba, K. (2021, October). The theoretical calculation of activity coefficients in the use of baromembrane methods for water treatment. In International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2021» (Vol. 2021, No. 1, pp. 1-5). European Association of Geoscientists & Engineers.
4. Гламазін, П. М., Габа, К. О., Давиденко, Є. П., & Вітковський, В. С. (2017). Перспективи використання поверхнево-активних речовин в технології підготовки води для систем централізованого теплопостачання. Energy-efficiency in civil engineering and architecture, (9), 53-57.
5. Габа К. О. Підвищення ефективності систем теплопостачання модифікацією теплоносія : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.03. — Київ, 2016.
6. Цикал К. О. Екологічні аспекти підготовки води для систем централізованого теплопостачання / К. О. Цикал, П. М. Гламазін. // Технології очищення води – технічні, біологічні та екологічні аспекти. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. – 2013. – С. 20–21.
7. Гламазін П. М. Порівняльний аналіз економічності технологій підготовки води для систем централізованого теплопостачанн / П. М. Гламазін, К. О. Цикал, М. М. Микитась. // Науково-технічний збірник «Енергоефективність в будівництві та архітектурі». – 2015. – №7. – С. 58–65.
8. Гламазін П. М. Методи підготовки води для систем теплопостачання /П. М. Гламазін, К. О. Цикал. // Науково-технічний збірник «Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. – 2010. – №14. – С. 134–138.

Інформаційні ресурси:

1. Бібліотека та читальна зала КНУБА в тому числі її електронний сайт - <http://library.knuba.edu.ua/>
2. Офіційний сайт - <https://ecosoft.ua/>
3. Офіційний сайт <https://www.viessmann.ua/>
4. <https://new.technochemreagent.com/wptxp/>
5. <https://www.snowpure.com/>
6. <https://www.reynoldsculligan.com/industries/water-treatment-for-energy-power/>
7. <https://www.waterteconline.com/wastewater/article/14284374/power-plant-wastewater-streams-efficient-and-effective-treatment-management>

20) Система оцінювання навчальних досягнень (розподіл балів):

Поточне оцінювання			Підсумковий контроль	Сума
Тема 1-6	Тема 7-12	2 РГР		
15	15	30	40	100

21) Умови допуску до підсумкового контролю: відвідування лекцій та практичних занять, виконання та захист індивідуальної роботи.

22) Політика щодо академічної доброчесності: тексти індивідуальних завдань носять оригінальний характер і можуть бути основою розділу кваліфікаційної роботи бакалавра.

23) Посилання на сторінку електронного навчально-методичного комплексу дисципліни:

<https://org2.knuba.edu.ua/course/index.php?categoryid=64>