

Київський національний університет
будівництва і архітектури
Кафедра теплотехніки

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

«Затверджую»

Завідувач кафедри теплотехніки
д.т.н., професор О.В.Приймак
31.08.2022 р.

Розробник
к.т.н. К.О. Габа
31.08.2022 р.



СИЛАБУС

Дисципліна обов'язкової компоненти Водопідготовка теплоенергетичних об'єктів

Шифр за освітньою програмою: ОК 32
1) Навчальний рік: 2022/2023
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, енергоефективні 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 http://www.knuba.edu.ua/?page_id=106601
12) Мова викладання: українська
13) Пререквізити: ОК 9 - Фізика, ОК 10 - Хімія, ОК 22 - Тепломасообмін, ОК 30 - Теплоенергетичні установки, ОК ОК 31- Теплогенеруючі установки, ОК 35 - 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-9. Вміти знаходити необхідну інформацію в технічній літературі, наукових базах даних та інших джерелах інформації, критично оцінювати і аналізувати її.	Проміжний та підсумковий контроль (залік, захист індивідуальної роботи)	Лекційні, практичні заняття в аудиторії/самостійна робота студента	ІК; ЗК2-4; СК2-9,12,14
2.	ПР-12. Розуміти ключові аспекти та концепції теплоенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.	-//-	-//-	ІК; ЗК2-4,6,7; СК1-9,12
3.	ПР-14. Мати навички розв'язання складних задач і практичних проблем, що передбачають реалізацію інженерних проектів і проведення досліджень відповідно до спеціалізації.	-//-	-//-	ІК; ЗК2-4,6-8; СК1-6
4.	ПР-15. Розуміти основні властивості та обмеження застосовуваних матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів.	-//-	-//-	ІК; ЗК2-4,6-8; СК2,7,9-12
5.	ПР-20. Розробляти проектну та технічну документацію, розраховувати принципів теплові схеми, виконувати теплові, гідравлічні та механічні розрахунки теплотехнологій.	-//-	-//-	ІК; ЗК2-4,6-8; СК1-6

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
30	30	-	Курсова робота	75	іспит
Сума годин:			135		
Загальна кількість кредитів ECTS:			4,5		
Кількість годин (кредитів ECTS) аудиторного навантаження:			60 годин (2,0 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
16	18	-	Курсова робота	101	іспит
Сума годин:			135		
Загальна кількість кредитів ECTS:			4,5		
Кількість годин (кредитів ECTS) аудиторного навантаження:			340 години (1,13 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 високочастотна обробка води. Застосування ультразвуку. Комплексоутворювачі. 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. Видалення вільної вуглекислоти у карбонізаторах. Хімічні методи видалення розчинених газів з води. Хімічна деаерація. Принципові схеми. Розрахунок реагентів для хімічної деаерації.

Тема 10. 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.

Тема 11. 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 12. Водно-хімічний режим котельних агрегатів. Теплові схеми ТЕС з барабаними 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.

Тема 13. Періодична і безперервна продувка барабаних котлів. ВХР прямоточних котлів. ВХР котлів-утилізаторів.

Тема 14. 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.

Тема 15. Методи очистки котлів від відкладень. Контроль водно-хімічного режиму. Очистка поверхонь нагріву кислотами. Механічне очищення.

Практичні заняття.

Практичне заняття 1. Визначення загальної лужності та жорсткості води.

Практичне заняття 2. Розрахунок концентрації фосфатів у воді.

Практичне заняття 3. Розрахунок механічних фільтрів, визначення концентрації комплексонів для хімічної деаерації підживлювальної води.

Практичне заняття 4. Розрахунок концентрації кисню після термічного деаератора. Розрахунок концентрації вуглекислого газу після декарбонізатора.

Практичне заняття 5. Розрахунок натрій-катионітового фільтру.

Практичне заняття 6. Підбір мембранної установки підготовки води для парової котельні.

Практичне заняття 7. Розрахунок освітлювального фільтру та підбір коагулянту.

Практичне заняття 8. Вибір схеми водопідготовки опалювальної котельні.

Практичне заняття 9. Розрахунок механічних фільтрів.

Практичне заняття 10. Розрахунок рівноважних концентрацій іонів у вапнованій воді.

Практичне заняття 11. Розрахунок фільтру змішаної дії.

Практичне заняття 12. Розрахунок аніонітового фільтру.

Практичне заняття 13. Розрахунок Н-катионітового фільтру.

Практичне заняття 14. Розрахунок декарбонізатора.

Практичне заняття 15. Захист курсової роботи.

Курсова робота.

Тема : «Розрахунок системи водо підготовки теплоенергетичної установки».

У курсовій роботі проводиться розрахунок матеріальних потоків (розчини реагентів, витрата води на власні потреби, кількість допоміжних матеріалів), а також вибір основного устаткування для відділень попереднього очищення та іонообмінного очищення води.

Курсова робота складається з пояснювальної записки та креслення формату А3.

Розділи курсової роботи:

- розрахунок освітлювального фільтру та підбір коагулянту;
- розрахунок механічних фільтрів;
- розрахунок рівноважних концентрацій іонів у вапнованій воді;
- розрахунок фільтру змішаної дії;
- розрахунок аніонітових та катионітових фільтрів;

- розрахунок декарбонізатора;
- розрахунок деаератора

Самостійна робота студента

Студенти самостійно опрацюовують матеріали лекцій, практичних занять, виконують курсову роботу.

18) Основна література:

1. ДНАОП 0.00-1.08-94 «Правила будови та безпечної експлуатації парових і водогрійних котлів».
2. ДержСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до питної води, призначеної для пиття людини».
3. Правил технічної експлуатації теплових установок і мереж, 2015 р.
4. Копылов А.С. Водоподготовка в энергетике. / Копылов А.С., Лавыгин В.М., Очков В.Ф.- М.: Изд-У МЭИ, 2003. – 309 с.
5. Лифшиц О.В. Справочник по водоподготовке котельных установок.- М.: «Энергия», 1976. –288 с.
6. Кострыкин Ю.М., Мещерский Н.А. Водоподготовительный и водный режим энергообъектов низкого и среднего давления.- М.: Энергоатомиздат, 1990.- 254 с.
7. Водоподготовка: справочник. / Под ред. С.Е. Беликова. М.: Аква-Терм, 2007. – 240 с.
8. Белоконова А. Ф. Водно-химические режимы тепловых электростанций / А. Ф. Белоконова. – Москва: Энергоатомиздат, 1985. – 248 с.
9. Дойников В.Б., Прохнич Ю.П. В помощь персоналу по организации водного режима котлов и очистки их от накипи. – Мн.: БОИМ, 2007. – 186 с.
10. Балабан-Ирменин, Ю.В. Защита от внутренней коррозии трубопроводов водяных тепловых сетей / Балабан-Ирменин Ю. В., Липовских В. М., Рубашов А. М. – М.: Энергоатомиздат, 1999. – 248 с.
11. Бузников Е. Ф. Производственные и отопительные котельные / Е. Ф. Бузников, К. Ф. Роддатис. – Москва: Энергоатомиздат, 1984. – 248 с.
12. Ткачов В.О., Чуб І.М. Водопідготовка систем ТГПів. – Х.ХНАМГ, 2012. – 50 с.

19) Додаткові джерела:

1. Кишневський В.А. Сучасні методи обробки води в енергетиці: Навчальний посібник для студентів спеціальностей «Теплоенергетика», «Атомна енергетика» та експлуатаційного персоналу ТЕС і АЕС. - Одеса: ОГПУ, 1999. – 196 с.
2. Габа К.О. Водопідготовка. Конспект лекцій. – К.КНУБА, 2021. – 72 с.

Інформаційні ресурси

Освітній сайт Київського національного університету будівництва і архітектури: <http://org2.knuba.edu.ua>.
Бібліотека КНУБА. URL : <http://library.knuba.edu.ua/>.

20) Система оцінювання навчальних досягнень (розподіл балів):

Поточне оцінювання			Підсумковий контроль	Сума
ПР-9,12,14	ПР-15,20	КР		
15	15	30	40	100

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

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

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

<http://org2.knuba.edu.ua/?lang=ru>