

Кафедра ТБКВ

«Затверджую»

Завідувач кафедри

/Олесь ЛАСТІВКА/

« 31 » серпня 2023 р.

Розробник силябуса

/Володимир АЗУТОВ/



СИЛАБУС
Теплові процеси
та теплотехнічне обладнання хімічних підприємств

(назва освітньої компоненти (дисципліни))

1) Шифр за освітньою програмою: ОК 24				
2) Навчальний рік: _2023/2024_				
3) Освітній рівень: перший рівень вищої освіти (бакалавр)				
4) Форма навчання: денна				
5) Галузь знань: 16 «Хімічна інженерія та біоінженерія»				
6) Спеціальність, назва освітньої програми: 161 ««Хімічні технології та інженерія»» Теплові процеси та теплотехнічне обладнання хімічних підприємств				
8) Статус освітньої компоненти: обов'язкова				
9) Семестр: 5-6				
11) Контактні дані викладача: (зазначається посада, вчений ступінь, ПІБ викладача, корпоративна адреса електронної пошти, телефон, посилання на сторінку викладача на сайті КНУБА) Доцент канд. техн. наук Азутів Володимир Павлович azutov.vp@knuba.edu.ua , azutovv@gmail.com 050 443 46 53 https://www.knuba.edu.ua/azutov-vladimir-pavlovich/				
12) Мова викладання: українська				
13) Пререквізити (дисципліни-попередники, які необхідно вивчити, щоб слухати цей курс): «Бетони і будівельні розчини», «Фізична хімія», «Матеріалознавство».				
14) Мета курсу: формування розуміння бакалаврами умов і факторів, механізмів та інструментів основних конструктивних елементів, принципу дії та застосування теплотехнічного обладнання, підвищення ефективності теплових процесів та агрегатів, вдосконалення технології тугоплавких неметалевих і силікатних матеріалів (ТНСМ) пов'язані з застосуванням інноваційних методів організації теплових процесів, одержання, перетворення, передачі й використання теплоти, застосуванням найбільш раціональних видів енергії та енергоносіїв.				
15) Результати навчання:				
№	Програмний результат навчання	Метод перевірки навчального ефекту	Форма проведення занять	Посилання компетентності

Шифр Спеціальності 161	Назва спеціальності, освітньої програми Хімічні технології та інженерія	Сторінка 2 із 6
------------------------------	--	-----------------

ПР02.	Коректно використовувати у професійній діяльності термінологію та основні поняття хімії, хімічних технологій, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі	Обговорення під час занять, тематичне дослідження, контрольна робота	Лекція, практичні заняття, лабораторні заняття	ЗК02 ЗК03 ФК01 ФК02 ФК03 ФК04 ФК05 ФК07
ПР05	Розробляти і реалізовувати проекти, що стосуються технологій та обладнання хімічних виробництв, беручи до уваги цілі, ресурси, наявні обмеження, соціальні та економічні аспекти та ризики.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження,	Лекція, практичні заняття, лабораторні заняття	ЗК02 ЗК03 ФК01 ФК02 ФК03 ФК04 ФК05 ФК07
ПР07	Обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для вирішення складних задач хімічної інженерії, контролю та керування технологічних процесів хімічних виробництв	Обговорення під час занять, особливості технологічних процесів	Лекція, практичні заняття, лабораторні заняття	ЗК02 ЗК03 ФК01 ФК02 ФК03 ФК04 ФК05 ФК07
ПР09	Забезпечувати безпеку персоналу та навколишнього середовища під час професійної діяльності у сфері хімічної інженерії	Обговорення під час занять, особливості проектування виробничих процесів з урахуванням вимог охорони праці	Лекція, практичні заняття, лабораторні заняття	ЗК02 ЗК03 ФК01 ФК02 ФК03 ФК04 ФК05 ФК07

16) Структура курсу:

Лекції, год.	Практичні заняття, год.	Лабораторні заняття, год.	Курсовий проект/ курсова робота РГР/Контрольна робота	Самостійні робота здобувача, год.	Форма підсумко- вого контролю
50	36	38	Контрольна робота	116	Залік/іспит
Сума годин:			240		
Загальна кількість кредитів ECTS			8		
Кількість годин (кредитів ECTS) аудиторного навантаження:			124 (4,13)		

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

Лекції:

.....Модуль 1

Тема 1. Види палива, розрахунки процесу горіння палива

Лекція 1.Характеристики видів палива. Теплота згоряння. Перерахунки сухої, горючої та робочої мас палива, розрахунки теплоти згоряння палива. Області застосування та шляхи заощадження різних видів палива та вторинних енергоресурсів в ТТНСМ.

Лекція 2.Визначення витрат повітря на горіння. Розрахунки теоретичних та дійсних витрат сухого та вологого повітря на горіння.

Лекція 3.Визначення об'ємів та складу продуктів повного згоряння палива, коефіцієнт витрат повітря. Розрахунки об'ємів, складу та вологовмісту продуктів повного згоряння палива.

Лекція 4. Матеріальний баланс горіння палива. Складання матеріального балансу горіння газоподібного та рідкого палива. Основні положення теорії горіння: гомогенне горіння газу та рідинного палива, гетерогенне горіння твердого палива.

Тема 2. Температура горіння палива

Лекція 5. Тепловий баланс процесу горіння палива.

Лекція 6. Калориметрична та дійсна температура горіння.

Лекція 7. Аналітичний метод розрахунку калориметричної та дійсної температур горіння. Розрахунок калориметричної та дійсної температури горіння газу та рідинного палива. Способи спалювання різних видів палива.

Лекція 8. Визначення необхідної температури підігріву палива та/або повітря. Розрахунок необхідної температури підігріву повітря. Розрахунок необхідної температури підігріву повітря та температури горіння газу або мазуту. Класифікація, принцип дії, основні конструктивні елементи паливоспалювальних пристроїв.

Тема 3. Теплообмін матеріалів та виробів в ТТНСМ

Лекція 9. Основні поняття теорії теплообміну: температурне поле, градієнт температури, тепловий потік тощо.

Лекція 10. Теплопровідність матеріалів у стаціонарному температурному полі, граничні умови 1-3 роду. Розрахунки прогріву стінок теплових агрегатів у стаціонарних умовах, метод покрокового наближення.

Лекція 11. Теплопровідність та теплопередача матеріалів у нестационарних умовах, метод кінцевих різниць. Розрахунки прогріву стінок теплових агрегатів у нестационарних умовах методом кінцевих різниць.

Лекція 12. Основи теплопередачі, коефіцієнт теплопередачі. Теплопровідність та теплопередача тіл різної конфігурації. Теплопровідність та теплопередача з урахуванням внутрішніх джерел теплоти.

Тема 4. Теплообмін та рух газових потоків в ТТНСМ

Лекція 13. Конвективний теплообмін, тепловіддача за вільної та вимушеної конвекції, коефіцієнт тепловіддачі. Радіаційний теплообмін, випромінювання газів, складний теплообмін. Розрахунки тепловіддачі від газів та кладки теплових агрегатів на матеріали і вироби.

Лекція 14. Види напорів газових потоків, основи розрахунків опорів руху газових потоків. Вибір тягодуттєвих пристроїв, димові труби. Розрахунки димової труби. Види теплообміну випромінюванням між тілами. Роль руху газових потоків у процесах теплообміну, види руху газових потоків.

Модуль 2.

Тема 1. Основи розрахунку процесу сушіння

Лекція 15. Закономірності та основні періоди процесу сушіння. Визначення швидкості, тривалості процесу сушіння та параметрів сушильного агента. Початкові та кінцеві параметри сушіння матеріалів та виробів в сушарках ТТНСМ: температура, вологість

Лекція 16. Визначення витрат тепла та повітря для сушіння. Розрахунки процесу сушіння підігрітим повітрям.

Лекція 17. Визначення витрат тепла та суміші димових газів з повітрям для сушіння. Розрахунки процесу сушіння сумішшю димових газів з повітрям.

Лекція 18. Тепловий баланс процесу сушіння. Складання теплового балансу та визначення витрати палива для сушіння. Основні положення теорії сушіння: форми зв'язку вологи з матеріалом та їх вплив на якість виробів.

Тема 2. Сушильні пристрої ТТНСМ

Лекція 19. Класифікація, призначення, вибір конструкції сушарки. Сушарки для сушіння сировинних матеріалів. Барабанні, пневматичні, трубні – сушарки. Тунельні сушарки для сушіння виробів ТТНСМ. Розрахунок барабанної сушарки для сушіння сировинних матеріалів. Розрахунок продуктивності та основних розмірів сушарок.

Лекція 20 Сушарки для сушіння виробів ТТНСМ за швидкісними режимами. Конвейерні сушарки. Розрахунок тунельної сушарки для сушіння санітарно-технічних виробів. Конвективні та радіаційно - конвективні сушарки. Принцип дії, основні конструктивні елементи.

Тема 3. Теплові режими печей ТТНСМ.

Лекція 21. Температура та тривалість випалювання виробів та матеріалів в печах ТТНСМ. Розрахунок тривалості випалювання виробів. Теплообмін в робочому просторі печей безперервної дії Вибір теплової ізоляції секції печі. Теплові баланси печей. Визначення витрати палива.

Лекція 22. Класифікація, призначення, вибір типу і конструкції печей ТТНСМ. Продуктивність та розміри печей ТТНСМ. Режим роботи, основні конструктивні елементи, призначення печей з електричним нагрівом.

Тема 4. Печі ТТНСМ.

Лекція 23. Печі періодичної дії. Призначення, основні конструктивні елементи. Печі безпосереднього нагріву виробів продуктами згоряння. Тунельні печі. Розрахунки основних розмірів, режим роботи та розподілу температур в тунельній печі.

Лекція 24. Печі посереднього нагріву виробів продуктами згоряння. Муфельні печі.

Лекція 25. Печі швидкісного випалу виробів. Конвейерні печі. Розрахунки режиму роботи та розподілення температур в конвейерній печі. Тунельні печі для виробництва санітарно-технічних виробів. Конвейерні лінії для виробництва тонкої та побутової кераміки.

Практичні:

1. Види палива, розрахунки процесу горіння палива
2. Визначення витрат повітря на горіння. Розрахунки теоретичних та дійсних витрат сухого та вологого повітря на горіння
3. Тепловий баланс процесу горіння палива.
4. Калориметрична та дійсна температура горіння.
5. Теплопровідність матеріалів у стаціонарному температурному полі, граничні умови 1-3 роду.
6. Розрахунки прогріву стінок теплових агрегатів у стаціонарних умовах, метод покрокового наближення.
7. Теплопровідність та теплопередача матеріалів у нестационарних умовах, метод кінцевих різниць.
8. Розрахунки прогріву стінок теплових агрегатів у нестационарних умовах методом кінцевих різниць.
9. Теплопровідність та теплопередача з урахуванням внутрішніх джерел теплоти
10. Конвективний теплообмін, тепловіддача за вільної та вимушеної конвекції, коефіцієнт тепловіддачі. Радіаційний теплообмін, випромінювання газів, складний теплообмін.
11. Розрахунки тепловіддачі від газів та кладки теплових агрегатів на матеріали і вироби
12. Вибір тягодуттєвих пристроїв, димові труби. Розрахунки димової труби.
13. Види теплообміну випромінюванням між тілами.
14. Визначення витрат тепла та повітря для сушіння. Розрахунки процесу сушіння підігрітим повітрям.
15. Розрахунок тривалості випалювання виробів. Теплообмін в робочому просторі печей безперервної дії Вибір теплової ізоляції секції печі. Теплові баланси печей. Визначення витрати палива.
16. Тунельні печі. Розрахунки основних розмірів, режим роботи та розподілу температур в тунельній печі.
17. Розрахунки режиму роботи та розподілення температур в конвейерній печі.
18. Печі посереднього нагріву виробів продуктами згоряння. Муфельні печі.

Лабораторні:

1. Методи вимірювання температури
2. Методи вимірювання температури (друге заняття)
3. Методи вимірювання температури (третє заняття)
4. Градування термоелектричного датчика температури
5. Градування термоелектричного датчика температури (друге заняття)
6. Тарування електричного термометра опору
7. Тарування електричного термометра опору (друге заняття)
8. Вивчення теплопровідності багатошарової плоскої стінки
9. Вивчення теплопровідності багатошарової плоскої стінки (друге заняття)

10. Визначення коефіцієнта тепловіддачі при вільному і вимушеному русі повітря в горизонтальній трубі.
11. Визначення коефіцієнта тепловіддачі при вільному і вимушеному русі повітря в горизонтальній трубі.
(друге заняття)
12. Дослідження параметрів водяної пари за допомогою діаграми та таблиць
13. Дослідження процесу теплопередачі в теплообміннику «труба в трубі»
14. Дослідження процесу теплопередачі в теплообміннику «труба в трубі» (друге заняття)
15. Дослідження роботи поршневого компресора
16. Дослідження роботи поршневого компресора (друге заняття)
17. Визначення теплоємності газів
18. Визначення теплоємності газів (друге заняття)
19. Побудова діаграми вологого повітря з варіантами значень параметрів середовища

Курсовий проект/курсова робота/РГР/Контрольна робота: КР

Контрольна робота: КР (тематика, зміст) :

5 семестр «Розрахунки процесу горіння наданого виду палива та теплообміну між продуктами горіння та виробами»

6 семестр „Розрахунки процесу сушіння наданого матеріалу сумішшю продуктів згорання з повітрям».

18. Основна література

1. Ралко А.В., Крупа А.А., Племянников Н.Н. Теплотехника, тепловые процессы и агрегаты в технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. -Киев: УМКВО, 1993.-396 с.
2. Нечеткий А.В., Занемонец Н.А. Теплотехника. Учебник для хим.-техн. спец. вузов. -М: Высшая школа, 1986. - 344 с.
3. Семененко Н.А., Куперман Л.И., Романовский С.А. и др. Вторичные энергоресурсы и энерготехнологическое комбинирование в промышленности. - Киев, 1979.
4. Лариков Н.Н. Теплотехника. Учебник для вузов. - М: Стройиздат, 1985. - 432 с.
5. Булавин И.А., Макаров И.А., Рапопорт А.Я., Хохлов В.К. Тепловые процессы в технологии силикатных материалов. Учебник для вузов. - М: Стройиздат, 1982. - 243 с.
6. Ралко А.В., Крупа А.А., Племянников Н.Н., Алексеенко Н.В., Зинько Ю.Д. Тепловые процессы в технологии силикатов. Учебник для вузов. - К: Вища школа, Головное изд-во, 1986.-232 с.
7. Перегудов В.В., Роговой М.И. Тепловые процессы и установки в технологии строительных изделий и деталей. Учебник для вузов. - М: Стройиздат, 1983. - 416 с.
8. Левченко П.В. Расчеты печей и сушил силикатной промышленности. - М: Высшая школа, 1968. - 366 с.
9. Гоц В.І., Кошкар'юв В.М., Павлюк В.В., Тимошенко С.А. Теплові процеси та установки у виробництві будівельних конструкцій, виробів і матеріалів. - К.: Основа, 2014.-472 с.

19. Додаткові джерела

10. Болдырев А.С., Добужинский В.И., Рекитар Я.А. Технический прогресс в промышленности строительных материалов. - М: Стройиздат, 1980. -400 с.
11. Щукин А.А. Промышленные печи и газовое хозяйство заводов. Учебник для вузов.-М: Энергия, 1973.-223 с.
12. Конструкційні матеріали нового покоління та технології їх впровадження у будівництво / Рунова Р.Ф., Гоц В.І., Назаренко І.І, та інші. - К.: ЕксОб, 2008. - 360 с.
13. Семченко Г.Д. Вогнетривкі вироби для футерування теплових технологічних агрегатів: навч. посіб./ Г.Д. Семченко . - Харків: НТУ «ХПІ», 2009. - 176 с. /У Рищенко М.І., Дуніков О.В. Методичні вказівки для курсового проектування і теплотехнічних розрахунків конвеєрних ліній по виробництву керамічних плиток. -Харків: ХДПУ, 2000.

8. Інформаційні ресурси

1. <http://library.knuba.edu.ua/>

Шифр Спеціальності 161	Назва спеціальності, освітньої програми Хімічні технології та інженерія	Сторінка 6 із 6
------------------------------	--	-----------------

20) Система оцінювання навчальних досягнень (розподіл балів):				
Поточне оцінювання			Підсумковий контроль	Сума
ПРН.18	ПРН.19			
30	30		40	100
21) Умови допуску до підсумкового контролю: 40 – 60 балів				
22) Політика щодо академічної доброчесності: студент повинен знати, що її викладання ґрунтується на засадах академічної доброчесності – сукупності етичних принципів та визначених законом правил, якими мають керуватися учасники освітнього процесу під час навчання, викладання та провадження наукової (творчої) діяльності з метою забезпечення довіри до результатів навчання та/або наукових (творчих) досягнень.				
23) Посилання на сторінку електронного навчально-методичного комплексу дисципліни:				
2. http://library.knuba.edu.ua/				