

## Силабус курсу

### Методи дослідження теплофізичних властивостей палива та тепломасообмінних процесів при його спалюванні



Ступінь вищої освіти – третій (доктор філософії)

Галузь знань – 14 Електрична інженерія

Спеціальність – 144 Теплоенергетика

Освітньо-професійна програма - «Теплоенергетика»

Кількість кредитів - 5

Рік підготовки, чверть - 2 рік; 3 чверть

Компонент освітньої програми: дисципліна вільного вибору циклу професійної підготовки

Керівник курсу: проф., д.т.н. Пінчук Валерія Олександрівна

Контактна інформація: v.a.pinchuk@ust.edu.ua

### Опис дисципліни

**Призначення навчальної дисципліни** – придбання теоретичних та практичних навичок для проведення експериментальних досліджень щодо тепломасообмінних процесів при спалюванні палив та їх теплофізичних властивостей, навичок обробки, аналізу, інтерпретації та представлення отриманих результатів експериментальних досліджень.

**Мета вивчення дисципліни** - навчання здобувача ступеня доктора філософії фундаментальним положенням теплообміну при спалюванні палив та теоретичним основам та методам експериментальних досліджень теплофізичних властивостей та процесу горіння палива.

**У результаті вивчення дисципліни студент повинен:**

**знати:**

- фундаментальні основи кінетиці і тепломасообміну при горінні палива;
- основні положення теорія теплопровідності та теплоємності речовини;
- методи дослідження і проведення експериментальних робіт щодо теплофізичних властивостей та процесу горіння палива; методів аналізу і обробки отриманих експериментальних даних; фізичних і математичних моделей досліджуваних об'єктів.

**вміти:**

- використовувати сучасні методи збору, аналізу і обробки наукової інформації; проведення аналізу достовірності отриманих результатів, зіставлення результатів теоретичних і експериментальних досліджень;
- використовувати сучасні методи комп'ютерного моделювання для розв'язання науково-дослідних та практичних задач теплообміну;
- використовувати сучасні стандартні комп'ютерні програми для вирішення задач моделювання процесу горіння та теплофізичних властивостей та інтерпретації отриманих результатів;
- самостійно проводити експериментальні дослідження теплофізичних властивостей та процесу горіння палива, обробляти та оцінювати отримані результати.

**Набуті компетентності:** здатність визначити математичну, природничо-наукову та технічну сутність проблем і задач, що виникають в сфері теплоенергетики, виконати їх системний якісний та кількісний аналіз; здатність обирати та використовувати сучасні методи дослідження, проводити технічні іспити і наукові експерименти, оцінювати отримані результати, інтерпретувати та представляти результати досліджень; здатність формулювати завдання на розробку проектних рішень, пов'язаних з модернізацією технологічного устаткування, заходами щодо поліпшення експлуатаційних характеристик, підвищення екологічної безпеки, економії ресурсів; готовність на основі системного підходу створювати і використовувати моделі для опису і прогнозування різних явищ, здійснювати їх якісний і кількісний аналіз.

## План вивчення навчальної дисципліни

### 1. Розподіл навчальних годин

	Усього	Чверть
		3
Усього годин за навчальним планом, у тому числі:	150	150
Аудиторні заняття, з них:	48	48
Лекції	16	16
Лабораторні роботи	16	16
Практичні заняття	16	16
Семінарські заняття	0	0
Самостійна робота	102	102
Заходи семестрового контролю		екзамен

### 2. Структура дисципліни

Модуль 1: Загальні положення визначення теплофізичних властивостей палива	
Лекції	<p><b>1. Теплопровідність та теплоємність речовини</b> Механізм процесу теплопровідності в твердому тілі, газі та рідині. Зв'язок значення коефіцієнта теплопровідності від різних чинників. Теплоємність. Теплоємність для різних процесів та стану речовини.</p> <p><b>2. Чисельне моделювання визначення теплофізичних властивостей</b> Метод кінцевих різниць. Метод прогонки</p>
ПР	Чисельне моделювання визначення коефіцієнту теплопровідності палива
СР	Аналіз сучасних досліджень теплофізичних властивостей палив
Модуль 2: Методи визначення коефіцієнту теплопровідності палив	
Лекції	<p><b>1. Основні експериментальні методи визначення коефіцієнту теплопровідності палив</b> Вибір метода вимірювання. Стаціонарні та нестаціонарні методи. Метод пластини. Метод кулі. Метод нагрітої нитки. Метод бікалориметра. Метод порівняння теплопровідності.</p>
ЛР	Визначення коефіцієнту теплопровідності водовугільного палива
ЛР	Визначення коефіцієнту теплопровідності вугілля
СР	Класифікація методів і приладів для вимірювання теплофізичних властивостей
Модуль 3: Методи визначення теплоємності палив	
Лекції	<p><b>1. Основні експериментальні методи визначення теплоємності палив</b> Метод адіабатичного калориметра. Метод діатермічної оболонки. Методів безперервного нагріву. Метод змішування. Імпульсний метод.</p>
ЛР	Визначення теплоємності палива
СР	Засоби вимірювання температури та джерела похибок при вимірюванні
Модуль 4: Теплообмін при горінні газоподібного та рідкого палива	
Лекції	<p><b>1. Загальні положення теплообміну при спалюванні палив</b> Кінетика реакцій в процесах горіння палива. Тепломасообмін в процесах спалахування і горіння. Дифузія та масообмін. Рівноважні склади реагентів.</p> <p><b>2. Кінетика і тепломасообмін при горінні газоподібного палива</b> Тепломасообмін в процесах запалення і горіння горючих сумішей. Вплив температури і надлишку повітря на склад продуктів згорання в топкових процесах. Турбулентність і масообмін при горінні газоподібного палива.</p> <p><b>3. Кінетика і тепломасообмін при горінні рідкого палива</b> Тепломасообмін в процесах горіння рідкого палива. Особливості горіння рідкого палива. Дифузійне горіння рідкого палива. Визначення коефіцієнта масовіддачі при горінні палива. Дослідні дані по горінню рідкого палива</p>
ЛР	Визначення коефіцієнту тепловіддачі при примусовому русі водовугільного палива
СР	Аналіз сучасних досліджень теплообміну при спалюванні палив

Модуль 5: Теплообмін при горінні твердого палива	
Лекції	<b>1. Кінетика і тепломасообмін при горінні твердого палива</b> Тепломасообмін в процесах запалення і горіння гетерогенних сумішей. Динаміка термічного розкладу органічної маси твердого палива. Кінетика згоряння паливних частинок при стехіометричній витраті повітря. згоряння твердих паливних частинок в необмеженому обсязі.
ПР	Визначення температури спалахування твердого палива
ПР	Моделювання процесу горіння палива з використанням рівноважної термодинамічної моделі
СР	Методи термодинамічних розрахунків рівноважного стану для дослідження процесу спалювання

**\*ПР – практичні роботи; ЛР – лабораторні роботи; СР – самостійна робота студента.**

#### Політика оцінювання

**Політика щодо дедлайнів та перескладання:** Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (75% від можливої максимальної кількості балів). Перескладання модулів відбувається за наявності поважних причин.

**Політика щодо академічної доброчесності:** Списування під час контрольних робіт заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Мобільні пристрої дозволяється використовувати лише під час практичних занять. Робота, яка має ознаки плагіату, не зараховується.

**Політика щодо відвідування:** Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання.

#### Оцінювання

Контрольна чверть	Модулі	Вид контролю
3	1-5	Екзамен
Підсумкова	1-5	Екзамен

#### Рекомендована література

1. Аронов С. Г. Химия твердых горючих ископаемых / С. Г. Аронов, Л. Л. Нестеренко. – Х. : Изд-во при Харьковском университете, 1960. – 371 с.
2. Глушенко И. М. Термический анализ твердых топлив / И. М. Глушенко. – М. : Metallurgiya, 1968. – 192 с.
3. Агроскин А. А. Физические свойства угля / А. А. Агроскин. – М. : Государственное научно-техническое издательство литературы по цветной и черной металлургии, 1961. – 309 с.
4. Частухин В. И. Топливо и теория горения: Учебное пособие / В. И. Частухин, В. В. Частухин. – К. : Выща школа. Головное изд-во, 1989. – 223 с.
5. Иванов В. Осипова В. А. Экспериментальное исследование процессов теплообмена / В. А. Осипова. – М. : Энергия, 1979. – 318 с.
6. Платунов Е. С. Теплофизические измерения в монотонном режиме / Е. С. Платунов– Л. : Энергия, 1973. – 143 с.
7. Пономарев С. В. Теоретические и практические аспекты теплофизических измерений. В 2 кн / С. В. Пономарев, С. В. Мищенко, А. Г. Дивин – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. – Кн. 1. – 206 с.; Кн. 2. – 236 с.
8. Дульнев Г. Н. Теплопроводность смесей и композиционных материалов / Г. Н. Дульнев, Ю. П. Заричняк. – Л. : Энергия, 1974. – 264 с.
9. Преображенский В. П. Теплотехнические измерения и приборы / В. П. Преображенский. – М. : Энергия, 1978. – 704 с.
10. Тепло и массообмен. Технический эксперимент: Справочник / под общ. ред. В. А. Григорьева, В. М. Зорина. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 560 с.
11. Геращенко О. А. Температурные измерения: Справочник / О. А. Геращенко, А. Н. Гордов, В. И. Лах [и др.]. – К.: Наукова думка, 1984. – 704 с.
12. Трусов Б. Г. Метод и алгоритм расчета равновесного состава и свойств многокомпонентных гетерогенных систем / Б. Г. Трусов. – М. : МГТУ, 2002. – 27 с.
13. Синярев Г. Б. Применение ЭВМ для термодинамических расчетов металлургических процессов / Г. Б. Синярев, Н. А. Ватолин, Б. Г. Трусов, Г. К. Моисеев. – М. : Наука, 1982. – 263 с.