

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
МАШИНОБУДІВНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ЦЕНТР МОРСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-
методичної роботи

 Слободян С.О.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

**Інтенсифікація процесів очищення газів в теплоенергетичних
установках**

Intensification of gas purification processes in thermal power plants

рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

тип дисципліни: обов'язкова

мова(и) викладання: українська

Робоча програма навчальної дисципліни "Інтенсифікація процесів очищення наукової програми "Теплоенергетика".

Розробник:

Шевцов А.П. д.т.н., професор, професор Навчально-наукового центру морської інфраструктури.

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Інтенсифікація процесів очищення газів в теплоенергетичних установках" розглянуто на засіданні Навчально-наукового Центру морської інфраструктури. Протокол № 26 від 11 листопада 2024р.

Керівник Центру

Харитонов Ю.М.

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Інтенсифікація процесів очищення газів в теплоенергетичних установках" узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми



Шевцов А.П.,

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Інтенсифікація процесів очищення газів в теплоенергетичних установках" розглянуто Методичною радою Машинобудівного навчально-наукового інституту.

Протокол № 4 від 16 грудня 2024р.

Голова



Сербін С.І.

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Інтенсифікація процесів очищення газів в теплоенергетичних установках" погоджено з навчальним відділом.

Начальник відділу



Лабарткава А.В.

Робоча програма навчальної дисципліни "Інтенсифікація процесів очищення газів в теплоенергетичних установках" затверджена Навчально-методичною радою НУК.

Протокол №10 від «23» грудня 2024 р.

Голова НМР НУК



Слободян С.О.

с НУК. 2024

Зміст

Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	5
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання	6
5. Програма навчальної дисципліни	6
6. Засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування	9
7. Форми поточного та підсумкового контролю	10
8. Критерії оцінювання результатів навчання	11
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна	12
10. Рекомендовані джерела інформації	12

ВСТУП

Анотація

Навчальна дисципліна "Інтенсифікація процесів очищення газів в теплоенергетичних установках" є основою сукупності знань та вмінь щодо зменшення забруднення навколишнього середовища енергетичними установками, підвищення ресурс їх елементів, зниження споживання палива утилізацією низько потенційної енергії газопарових викидів і скорочення втрати цінних матеріалів. Метою викладання дисципліни є ознайомлення з створенням узагальнених багаторівневих градієнтних сепараційних аерозольних технологій та їх імплементацією в інноваційному ресурсозберігаючому й екологічному обладнанні енергетичних установок.

Завданням вивчення навчальної дисципліни є засвоєння: технологій сепарації в аерозольних дисперсних середовищах, процесів очищення та їх фракційних й інтегральних показників, способів розробки та створення ефективних, екологічно чистих і ресурсозберігаючих сепараторів на основі узагальнених багаторівневих градієнтних сепараційних аерозольних технологій та практичних рекомендацій з проектування їх проточних частин та використання в складі енергетичних установок.

Ключові слова: сепарація, аерозоль, обладнання, фракції, створення, використання.

Abstract

The academic discipline "Intensification of gas purification processes in thermal power plants" is the basis of the knowledge and skills set to reduce environmental pollution by power plants, increase the life of their components, reduce fuel consumption by utilizing low-potential energy of gas and steam emissions and reduce the loss of valuable materials. The aim of teaching the discipline is to familiarize students with the development of generalized multi-level gradient separation aerosol technologies and their implementation in innovative resource-saving and environmentally friendly equipment for power plants.

The objectives of the discipline are: separation technologies in aerosol dispersed media; purification processes and their fractional and integral indicators; methods of designing and creating efficient, environmentally friendly and resource-saving separators based on generalized multilevel gradient aerosol separation technologies and practical recommendations for the design of their flow parts and use in power plants.

Key words: separation, aerosol, equipment, fraction, creating, using.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни			
		Денна форма навчання		Заочна форма навчання	
Кількість кредитів – 5	Галузь знань: 14 "Електрична інженерія"	Обов'язкова			
Модулів – 1	Спеціальність: 144 Теплоенергетика (освітньо-наукова програма Теплоенергетика)	Рік підготовки:			
Змістових модулів – 4		2-й		2-й	
Електроний адрес РПНД на сайті Університету:					
Загальна кількість годин – 150		Семестри:			
		3-й	4-й	3-й	4-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4; самостійної роботи студента – 6	Освітній рівень: третій (освітньо-науковий)	Лекції			
		30 год		30 год	
		Практичні заняття			
		30 год		30 год	
		Самостійна робота			
		90 год		90 год	
		Індивідуальні завдання			
		–	–	–	–
		Вид контролю: залік			
	Форма контролю: усна / письмова				

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Мета – Підготовка фахівців, здатних продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми, здійснювати власні наукові дослідження у сфері теплоенергетики.

Вивчення навчальної дисципліни "Інтенсифікація процесів очищення газів в теплоенергетичних установках" формує у аспірантів відповідно до освітньо-наукової програми такі компетентності:

ЗК03. Здатність розв'язувати комплексні проблеми у сфері теплоенергетики на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.

СК04. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру у сфері теплоенергетики, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

СК05. Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в теплоенергетиці та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, лідерство під час їх реалізації.

СК06. Здатність ініціювати, розробляти і супроводжувати комплексні інноваційні енергетичні проекти з урахуванням всіх аспектів їх розташування на об'єктах морської інфраструктури.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумов для вивчення дисципліни не передбачено

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у аспірантів таких програмних результатів навчання:

РН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з теплоенергетики і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з теплоенергетики, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

РН05. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з теплоенергетики та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

РН06. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми теплоенергетики з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

РН09 Розуміння основних аспектів впровадження та супроводження проектів при інноваційної діяльності на об'єктах морської інфраструктури.

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основи сепарації аерозольних середовищ в енергетичних установках

Тема 1.1. Аерозольні середовища походження, склад та характеристики.

Тема 1.2. Вплив якості очистки робочих тіл на експлуатаційні якості енергетичних установок.

Тема 1.3. Сучасні проблеми створення високоефективних та економічних сепаруючих пристроїв

Змістовий модуль 2. Градієнтні сепараційні аерозольні технології та методи їх досліджень

Тема 2.1 Багаторівневі градієнтні сепараційні аерозольні технології.

Тема 2.2. Методи та принципи інтенсифікації осадження грубодисперсних частинок

Тема 2.3. Методи та принципи інтенсифікації осадження вискодисперсних аерозольних частинок.

Тема 2.4. Експериментальні стенди, методика проведення вимірювань та оцінка похибки вимірювань.

Змістовий модуль 3. Рівні градієнтних аерозольних технологій та їх характеристики

Тема 3.1. Інерційний рівень.

Тема 3.2. Турбофоретичний рівень.

Тема 3.3. Неізотермічний рівень.

Тема 3.4. Акустико-форетичний рівень.

Змістовий модуль 4. Моделювання та дослідження сепараторів на основі багаторівневих градієнтних аерозольних технологій.

Тема 4.1. Сепаратори для пневмосистем і картерних газів двигунів внутрішнього згоряння.

Тема 4.2. Односекційні та багатосекційні неізотермічні сепаратори для енергетичних установок.

Тема 4.3. Багатоступінчаті плоскі акустикофоретичні сепаратори.

Тема 4.4. Акустикофоретичні модулі сепаратора.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	пр.	с.р.	лаб		л	пр.	с.р.	лаб
Змістовий модуль 1. Основи сепарації аерозольних середовищ в енергетичних установках										
Тема 1.1. Аерозольні середовища походження, склад та характеристики.	10	2	2	6	–	10	2	2	6	–
Тема 1.2. Вплив якості очистки робочих тіл на експлуатаційні якості енергетичних установок.	10	2	2	6	–	10	2	2	6	–
Тема 1.3. Сучасні проблеми створення високоефективних та економічних сепаруючих пристроїв	10	2	2	6	–	10	2	2	6	–
Разом за змістовим модулем 1	30	6	6	18	–	30	6	6	18	–
Змістовий модуль 2. Градієнтні сепараційні аерозольні технології та методи їх досліджень										
Тема 2.1. Багаторівневі градієнтні сепараційні аерозольні технології.	10	2	2	6	–	10	2	2	6	–
Тема 2.2. Методи та принципи інтенсифікації осадження грубодисперсних частинок	10	2	2	6	–	10	2	2	6	–
Тема 2.3. Методи та принципи інтенсифікації осадження вискодисперсних аерозольних частинок.	10	2	2	6	–	10	2	2	6	–
Тема 2.4. Експериментальні стенди, методика проведення вимірювань та оцінка похибки вимірювань.	10	2	2	6	–	10	2	2	6	–
Разом за змістовим модулем 2	40	8	8	24	–	40	8	8	24	–
Змістовий модуль 3. Рівні градієнтних аерозольних технологій та їх характеристики										
Тема 3.1. Інерційний рівень.	10	2	2	6	–	10	2	2	6	–
Тема 3.2. Турбофоретичний рівень.	10	2	2	6	–	10	2	2	6	–
Тема 3.3. Неізотермічний рівень.	10	2	2	6	–	10	2	2	6	–
Тема 3.4. Акустико-форетичний рівень	10	2	2	6	–	10	2	2	6	–
Разом за змістовим модулем 3	40	8	8	24	–	40	8	8	24	–

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		л	пр.	с.р.	лаб		л	пр.	с.р.	лаб
Змістовий модуль 4. Моделювання та дослідження сепараторів на основі багаторівневих градієнтних аерозольних технологій.										
Тема 4.1 Сепаратори для пневмосистем і картерних газів двигунів внутрішнього згоряння.	10	2	2	6	–	10	2	2	6	–
Тема 4.2. Односекційні та багатосекційні неізотермічні сепаратори для енергетичних установок.	10	2	2	6	–	10	2	2	6	–
Тема 4.3. Багатоступінчаті плоскі акустикофоретичні сепаратори.	10	2	2	6	–	10	2	2	6	–
Тема 4.4. Акустикофоретичні модулі сепаратора.	10	2	2	6	–	10	2	2	6	–
Разом за змістовим модулем 4	40	8	8	24	–	40	8	8	24	–
Усього годин	150	30	30	90	–	150	30	30	90	–

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Техніко-економічні характеристики сепаруючих пристроїв для енергетичних установок	2	2
2	Будова сепаруючих пристроїв для енергетичних установок	2	2
3	Методи та принципи інтенсифікації осадження грубодисперсних частинок	2	2
4	Методи та принципи інтенсифікації осадження вискодисперсних аерозольних частинок.	2	2
5	Експериментальні стенди, методика проведення вимірювань та оцінка похибки вимірювань.	2	2
6	Характеристики інерційних сепараторів	2	2
7	Характеристики турбофоретичних сепараторів	2	2
8	Характеристики неізотермічних сепараторів	2	2
9	Характеристики акустико-форетичних сепараторів	2	2
10	Сепаратори для пневмосистем і картерних газів двигунів внутрішнього згоряння.	2	2
11	Односекційні та багатосекційні неізотермічні сепаратори енергетичних установок.	2	2
12	Багатоступінчаті плоскі акустикофоретичні сепаратори енергетичних установок.	2	2
13	Акустикофоретичні модулі сепаратора енергетичних установок.	2	2
14	Математичне моделювання процесів на основі багаторівневих	2	2

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
	градієнтних аерозольних технологій.		
15	Фізичне моделювання процесів на основі багаторівневих градієнтних аерозольних технологій.	2	2
РАЗОМ		30	30

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної та заочної форм навчання:

- підготовка до лекційних занять – 0,5 год/1 год. занять;
- підготовка до практичних занять – 1 год/1 год. занять;
- написання тез доповідей, статей, виконання розрахункових, розрахунково-графічних або графічних робіт, аналітичний огляд, аналіз практичних, проблемних ситуацій (обсяг однієї роботи 10-20 аркушів А4) – мінімум 15 годин на 1 роботу;
- підготовка до контрольних заходів – (15-30) год. на 1 захід.

Розподіл часу самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Підготовка до лекцій	30	15
2	Підготовка до практичних занять	30	30
3	Підготовка до заліку	30	30
РАЗОМ		90	90

6. Засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з дисципліни "Інтенсифікація процесів очищення газів в теплоенергетичних установках" є:

- виконання практичних завдань за темою наукового дослідження;
- залік.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення аспіранта оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного заліку. У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках аспірант може набрати максимум **60 балів**. Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру (виконання практичних завдань за темою наукового дослідження).

Питома вага заключного заліку в загальній системі оцінок – **40 балів**. Право здавати заключний залік надається аспіранту, якій з урахуванням отриманих балів проміжних оцінок і заключного заліку може набрати разом не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки заліку.

Поточний контроль проводиться на кожному практичному занятті за результатами виконання самостійних практичних завдань. Він передбачає оцінювання практичних навичок використання теоретичної підготовки здобувачів із зазначеної теми під час роботи на заняттях та самостійної роботи.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих освітньо-науковою програмою, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання завдань за темою наукового дослідження на практичних заняттях	15 x 4 бали = 60 балів	15 x 4 бали = 60 балів
Залік	1 x 40 балів = 40 балів	1 x 40 балів = 40 балів
Всього	100	100

Виконання практичного завдання за темою наукового дослідження	Критерії оцінювання
4	Завдання правильне, повне, логічне, містить аналіз, систематизацію, узагальнення і аргументовані висновки.
3	Завдання в цілому правильне, достатньо повне та логічне, але має деякі помилки та неточності у висновках.

2	Завдання частково правильне, але містить неточності і недостатньо обґрунтовані висновки.
0	Завдання не виконане або містить значну кількість суттєвих помилок.

Залік	Критерії оцінювання
40	Відповідь логічно побудована, аспірант чітко та стисло викладає матеріал, показує глибокі знання, під час доповіді впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання: одне запитання з 1-го модулю, одне запитання з 2-го модулю, два запитання з 3-го модулю.
35	Аспірант спроможний чітко та стисло відповідати на поставлені запитання, дає правильні відповіді на всі запитання, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює.
30	Аспірант спроможний чітко та стисло відповісти на поставлені запитання, належно обґрунтовує матеріал, але допускає неточності у відповідях.
25	Аспірант спроможний чітко та стисло відповісти на поставлені запитання, але допускає суттєві неточності у відповідях, не завжди належно обґрунтовує відповіді.
20	Аспірант невпорядковано дає відповіді на поставлені запитання і робить спроби аргументувати свою позицію.
15	Аспірант невпорядковано дає відповіді на поставлені запитання, робить спроби аргументувати свою позицію, надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді.
10	Аспірант демонструє задовільні знання з поставлених запитань, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання, та належно обґрунтувати свою відповідь.
5	Аспірант невпорядковано дає відповіді на поставлені запитання, не спроможний дати відповідь на додаткові запитання, відстоювати свою позицію.

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денне відділення		Заочне відділення	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ1	T1.1	Практичне заняття №1	4	Практичне заняття №1	4
	T1.2	Практичне заняття №2	4	Практичне заняття №2	4
	T1.3	Практичне заняття №3	4	Практичне заняття №3	4
ЗМ2	T2.1	Практичне заняття №4	4	Практичне заняття №4	4
	T2.2	Практичне заняття №5	4	Практичне заняття №5	4
	T2.3	Практичне заняття №6	4	Практичне заняття №6	4
	T2.4	Практичне заняття №7	4	Практичне заняття №7	4

		Денне відділення		Заочне відділення	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
	T2.5	Практичне заняття №8	4	Практичне заняття №8	4
ЗМЗ	T3.1	Практичне заняття №9	4	Практичне заняття №9	4
	T3.2	Практичне заняття №10	4	Практичне заняття №10	4
	T3.3	Практичне заняття №11	4	Практичне заняття №11	4
	T3.4	Практичне заняття №12	4	Практичне заняття №12	4
	T3.5	Практичне заняття №13	4	Практичне заняття №13	4
	T3.6	Практичне заняття №14	4	Практичне заняття №14	4
ЗМ4	T4.3	Практичне заняття №15	4	Практичне заняття №15	4
Підготовка аналітичного огляду (тез доповіді, статті)			60	Підготовка аналітичного огляду (тез доповіді, статті)	60
Підсумковий контроль	Залік		40	Залік	40
Сума			100		100

9. Засоби навчання

У спеціальних засобах навчання потреби немає.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища: навчальний посібник/Одеський державний екологічний університет. Одеса: ТЕС, 2018. 228с.

2. Ратушняк Г.С. Теоретичні основи технології очищення газових викидів /Навчальний посібник. – Вінниця: ВДТУ, 2002. - 96 с.

Допоміжна література

1. Конспект лекцій з дисципліни «Пилеуловлювання та очищення промислових викидів» для студентів за напрямом 6.050601 –

Теплоенергетика денної форми навчання / Укл. Глущенко О.Л., –
Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2012 – 111 с.

2. Конспект лекцій з дисципліни «Пилеуловлювання та очищення
промислових викидів» для студентів за напрямом 6.050601 –
Теплоенергетика денної форми навчання / Укл. Глущенко О.Л., –
Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2012 – 111 с.

3. Конспект лекцій з дисципліни «Пилеуловлювання та очищення
промислових викидів» для студентів за напрямом 6.050601 –
Теплоенергетика денної форми навчання / Укл. Глущенко О.Л., –
Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2012 – 111 с.

Інформаційні ресурси в Інтернет