



Силабус освітнього компонента
Програма навчальної дисципліни



Технології знешкодження та утилізації компонентів газових викидів

Шифр та назва спеціальності

Інститут

ННІ Механічної інженерії і транспорту

Спеціалізація

Кафедра

Хімічна техніка та промислова екологія (154)

Освітня програма

Тип дисципліни

Вибіркова

Рівень освіти

Перший (бакалаврський)

Форма навчання

Денна, заочна

Семестр

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Шестопалов Олексій Валерійович

Oleksii.Shestopalov@khpi.edu.ua

К.т.н., доцент, завідувач кафедри хімічної техніки та промислової екології НТУ «ХПІ».

Досвід педагогічної роботи – **18 років**. Автор понад 200 наукових та навчально-методичних праць.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)



Самойленко Наталія Миколаївна

Nataliia.Samoilenko@khpi.edu.ua

К.т.н., професорка кафедри хімічної техніки та промислової екології НТУ «ХПІ»

Авторка та співавторка понад 230 наукових та методичних публікацій.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна спрямована на набуття студентами знань теоретичних основ знешкодження та утилізації компонентів газових викидів, джерел їх утворення у промисловому виробництві, оволодіння сучасними технологіями рециклінгу і рекуперації газових викидів, принципами вибору очисного устаткування та методиками його розрахунку.

Мета та цілі дисципліни

Сформувати у здобувачів вищої освіти базові знання щодо теоретичних основ сучасних технологій знешкодження і рециклінгу компонентів газових викидів, а також запропонувати необхідне очисне устаткування для видалення шкідливих домішок з газових викидів та зробити необхідні розрахунки.

Формат занять

Лекції, практичні заняття, консультації. Розрахункове завдання. Підсумковий контроль - залік.

Компетентності

Здатність розробити сучасну технологічну схему знешкодження та утилізації компонентів газових викидів, визначити ефективне устаткування для очищення газових викидів та провести необхідні екологічні та технологічні розрахунки.

Результати навчання

Володіти теоретичними та практичними знаннями щодо технологій знешкодження і рециклінгу компонентів промислових газових викидів, методиками проведення екологічних розрахунків викидів та інженерно-екологічними розрахунками очисних апаратів

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни: 120 годин (4 кредити ECTS): лекції - 32 год, практичні заняття – 16 год, самостійна робота – 72 год

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички на рівні повної загальної середньої освіти.

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться у інтерактивному режимі спілкування зі студентами та з використанням мультимедійних технологій. На практичних заняттях застосовується метод репродуктивного навчання, направлений на узгодження теоретичних аспектів курсу з практичними та передбачає екологічні та інженерні розрахунки

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Забруднення повітряного басейну. Характеристика викидів. Основні джерела забруднення атмосфери. Аерозолі та їх властивості. Гази та пара. Властивості пилу та його класифікація.	2
Тема 2. Основні поняття щодо фізико-хімічних закономірностей газових викидів Склад газу та особливості хімічних властивостей викидів. Фізичні характеристики викидів та їх взаємодія з атмосферою.	2
Тема 3. Методи та апарати очистки викидів від пилу. Загальна характеристика методів та апаратів очистки забруднених викидів. Суша очистка викидів від пилу. Мокре та електричне пиловловлювання	2
Тема 4. Очищення викидів від газо- та пароподібних забруднювачів.	2

Особливості очищення викидів у абсорберах. Адсорбційне очищення викидів.

Тема 5. Термохімічне, каталітичне та інші методи очищення газових відходів Термохімічне знешкодження газових домішок. Каталітичне очищення викидів. Конденсація газових домішок. Біохімічне очищення викидів від газоподібних сполук.	2
Тема 6. Рекуперація пилу у промисловому виробництві. Загальна характеристика напрямків рециклінгу промислового пилу. Сучасні методи уловлювання, рекуперації промислового пилу.	4
Тема 7. Утилізація та рекуперація діоксиду сірки та сірководню Абсорбція діоксиду сірки водою. Використання вапна у системі очищення викидів. Технологічні схеми магнезитового та сульфітового методів очистки викидів від діоксиду сірки.	2
Тема 8. Адсорбційна та каталітична очистка газів від діоксиду сірки Особливості очистки викидів від діоксиду сірки адсорбцією. Очистка димових газів окисно-марганцевим методом. Каталітична очистка газів від сірчистих сполук	2
Тема 9. Утилізація та рекуперація сірководню. Абсорбційна очистка викидів від газоподібних сполук. Очистка викидів від сірководню вакуум-карбонатним, фосфатним, миш'яково-лужним методом. Моноетаноламіновий процес очистки викидів від сірководню.	3
Тема 10. Адсорбційна очистка викидів від сірководню Адсорбційна очистка від сірководню різними поглиначами. Очистка газу від сірководню у псевдозрідженому шарі вугілля.	2
Тема 11. Рекуперація сірководню Отримання сірки з технічного сірководню. Виробництво сульфатної кислоти з сірководню.	2
Тема 12. Утилізація оксидів азоту Фізико-хімічні основи очистки викидів від оксидів азоту. Абсорбційний та адсорбційний метод уловлювання оксидів азоту. Твердофазове каталітичне очищення.	3
Тема 13. Знезараження газоподібних викидів від діоксиду вуглецю. Аб- та адсорбційні та кріогенні методи очищення викидів. Каталітичне очищення газів від оксиду вуглецю. Технологія Фішера-Тропша.	2
Тема 14. Знешкодження викидів від органічних сполук. Рекуперація парів летких розчинників. Каталітичне знешкодження відхідних газів від органічних речовин. Очищення газів від сіркоорганічних сполук	2

Загальна кількість годин 32

Практичні заняття

Теми практичних занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти <i>b</i>
Тема 1. Розрахунок гранично дозованих викидів підприємства Теоретичні поняття та методика розрахунку. Приклад розрахунку ГДВ.	2	0,1
Тема 2. Розрахунок викидів в атмосферу при спалюванні різних видів палива Методика розрахунку. Визначення впливу викидів на якість атмосферного повітря	2	0,1

Тема 3. Розрахунок категорії небезпеки підприємства та вибір санітарно-захисної зони Теоретичні поняття. Методика та приклад розрахунку категорії небезпеки підприємства та вибір СЗЗ	2	0,1
Тема 4. Розрахунок розсіювання викидів забруднюючих речовин та визначення приземної концентрації на межі санітарно-захисної зони Теоретичні поняття та методика розрахунку. Приклад розрахунку розсіювання викидів забруднюючих речовин та визначення приземної концентрації на межі СЗЗ.	2	0,1
Тема 5. Розрахунок розсіювання викидів забруднюючих речовин та визначення приземної концентрації на межі санітарно-захисної зони Теоретичні поняття. Методика та приклад розрахунку розсіювання викидів забруднюючих речовин та визначення приземної концентрації на межі СЗЗ	2	0,1
Тема 6. Розрахунок необхідної за санітарними нормами ефективності очистки викидів до атмосфери Теоретичні поняття. Методика та приклад розрахунку ефективності очистки викидів	2	0,1
Тема 7. Складання технологічних схем очистки газових викидів. Загальні положення. Етапи складання технологічної схеми	2	0,2
Тема 8. Розрахунок циклону. Методика та приклади розрахунку циклону. Рециклінг уловленого пилу.	2	0,2

Загальна кількість годин

16

$$\sum_{i=1}^n b_i = 1$$

Лабораторні заняття

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені

Контрольні роботи

Передбачається виконання контрольної роботи, що проходить у формі тестування на платформі Office 365.

Теми контрольних робіт

Вагові коефіцієнти a

Контрольна робота №1.

1

Загальна кількість годин

1

$$\sum_{i=1}^n a_i = 1$$

Самостійна робота

Дисципліна передбачає виконання індивідуального розрахункового завдання. Для самостійного опанування певних її тем надаються додаткові навчальні матеріали в електронному вигляді.

Опрацювання теоретичного матеріалу



Теми для самостійного вивчення	Кількість годин
Тема 1. Стан атмосферного повітря в Україні у теперішній час	2
Тема 2. Показники якості атмосферного повітря. Визначення ступеня забруднення атмосфери	4
Тема 3. Плазмове очищення шкідливих домішок у викидах	4
Тема 4. Абсорбція сірководню комбінованими поглиначами	4
Тема 5. Метод одночасного очищення газів від діоксиду сірки та оксидів азоту	2
Тема 6. Знешкодження газоподібних відходів від аміаку	4
Тема 7. Очищення викидів від парів ртуті	4
Тема 8. Очистка газів від галогенів.	6
Тема 9. Очищення газів від діоксиду вуглецю мембранним розділенням, криогенною дистиляцією, електрохімічним та іншими методами	6
Тема 10. Технологічні методи зменшення утворення промислових викидів	6
Загальна кількість годин	42

Тематика індивідуальних завдань

Розрахункове завдання передбачає аналіз вихідних даних та нормативних вимог щодо викидів забруднюючих речовин, а також вибору характеристики технології знешкодження і рециклінгу корисних компонентів та розрахунок основного очисного апарату. Здобувач обирає конкретну тему в межах загальної тематики за погодженням з викладачем. Обсяг завдання складає 20-25 сторінок основного тексту. Оформлення даної роботи повинно відповідати загальним вимогам СТЗВО-ХПІ-3.01-2025

Загальна кількість годин	30
---------------------------------	-----------

Неформальна освіта

Рекомендовані у силабусі елементи неформальної освіти можуть бути зараховані за спрощеною процедурою без додаткової валідації результатів (створення предметної комісії). За умови відповідності тематики замість практичної роботи може бути зарахована з максимальною оцінкою публікація тези доповіді наукової чи науково-практичної конференції, статті у фаховому виданні, а також успішне проходження курсів чи вебінару. Перелік рекомендованих курсів та вебінарів формується на основі актуальної інформації, оприлюдненої їх розробниками у період навчального року.

Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

Основна література

1. Технології знешкодження та утилізації компонентів газових викидів: навч. посіб. / Т. Б. Новожилова, Д. І. Нечипоренко, О. В. Шестопапов, Н. В. Писарська. Харків : НТУ «ХПІ», 2024. 156 с.
2. Спеціальне обладнання та процеси неорганічної хімії : підручник / Пляцук Л. Д., Манойло Є. В., Шестопапов О. В., Моїсєєв В. Ф., Козій І. С. та ін. Суми : Університетська книга, 2022. 390 с.
3. Хімічна технологія: підручник / Р. О. Денисюк. Житомир: Вид-во. ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 350 с.
4. Технологія зв'язаного азоту і хімічних добрив: технологія та алгоритми розрахунків виробництва технологічного газу. [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Хімічні технології неорганічних речовин та

водоочищення» / А.Л. Концевой ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані (1 файл: 19 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 214 с. URI:

https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/27658/1/Vyrobnytstvo_tekhnologichnoho_hazu.pdf

5.Екологічна безпека технологічних процесів в галузі. Основи технології очищення викидних газів від NOx [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / О. І. Янушевська, В. І. Супрунчук ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові дані (1 файл: 2,08 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 73 с. URI:

<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/43949>

6.Утилізація та рекуперація відходів: переробка відходів целюлозно-паперових виробництв: навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / В. В. Галиш, В. М. Радовенчик, Я. В. Радовенчик, М. Д. Гомеля. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 75 с.

7. Управління та рекуперація відходів: навч. посіб. / С. В. Станкевич, Л.В. Головань, Є.М. Білецький та ін. Х.: Видавництво Іванченка І. С., 2020. 134 с.

8. Сучасні технології захисту атмосфери: навч. посіб. для студентів вищих навчальних закладів екологічного профілю / Укл. Мартиненко С.А. Кропивницький: ЦНТУ, 2019. 155 с.

Додаткова література

1. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище. Навчальний посібник з практичних (семінарських) занять: навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Екологічна безпека» спеціальності 101 «Екологія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. Т. О. Шаблій, Л. В. Сіренко, М. Д. Гомеля, 2022. 51с.

https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/46513/1/Normuvannia_NP_PZ.pdf

2.Бекетов В. Є. Джерела та процеси забруднення атмосфери. Модуль 1. Джерела та процеси забруднення атмосфери: конспект лекцій для студентів 3 курсу денної та заочної форм навчання спеціальності 101 – Екологія) / В. Є. Бекетов, Г. П. Євтухова. Харків : ХНУМГ ім. О. Н. Бекетова, 2019. 113 с. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/228030186.pdf>

3. Крусір Г. В., Мадані М.М., Гаркович О.Л. Техніка та технології очищення газових викидів [Електронний ресурс] : навч. посіб. Одеса : ОНАХТ, 2017. Електрон. текст. дані. 207 с. URL: <https://card-file.ontu.edu.ua/handle/123456789/6498>

4.Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисциплін «Технології знешкодження та утилізації компонентів газових викидів» та "Техніка та технології захисту атмосфери" для студентів спеціальності 101 «Екологія» / уклад. О.В.Шестопапов, Т.Б.Новожилова, Н.М.Самойленко, А.О.Сакун. Харків : НТУ «ХПІ», 2024. 68 с. URI: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/76780>

5.Методичні вказівки до виконання до виконання курсового проєкту з курсу "Технології знешкодження та утилізації компонентів газових викидів" [Електронний ресурс] : для студентів спец. 101 "Екологія" / уклад.: Н. М. Самойленко [та ін.] ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Електрон. текст. дані. Харків, 2022. 39 с. URI: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/64093>.

6.Eldesouki M.H., Rashed A.E. , El-Moneim A.A. A comprehensive overview of carbon dioxide, including emission sources, capture technologies, and the conversion into value-added products. Clean Techn Environ Policy 25, 2023. 3131–3148. URI: <https://doi.org/10.1007/s10098-023-02599-9>

Інформаційні ресурси

1. Carbon capture, utilisation and storage. https://joint-research-centre.ec.europa.eu/projects-and-activities/carbon-capture-utilisation-and-storage_en

Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо у відповідності до силабусу і є інтегральною оцінкою результатів усіх виднавчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка повинна відображати всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їх вагових показників *k*.

Поточний контроль (практичні, семінарські, лабораторні заняття), k_1	Контрольні роботи (за наявності), k_2	Індивідуальне завдання (за наявності), k_3	Підсумковий контроль (для ОК з іспитом), k_4
0,25	0,35	0,30	0,1

Сума коефіцієнтів повинна складати одиницю: $k_1 + k_2 + k_3 + k_4 = 1$. Підбір вагових коефіцієнтів підсумкової оцінки здійснює розробник курсу.

Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$O = P \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3 + PK \cdot k_4$$

де: P – середньозважена середня оцінка за поточний контроль

I – оцінка за виконання індивідуального завдання

K – середньозважена оцінка за контрольні роботи

PK – оцінка за підсумковий контроль

$$K = \frac{K_1 \cdot a_1 + \dots + K_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

де: a_i – ваговий коефіцієнт за кожну контрольну роботу.

$$P = \frac{P_1 \cdot b_1 + P_2 \cdot b_2 + \dots + P_n \cdot b_n}{\sum_{i=1}^n b_i}$$

де: b_i – ваговий коефіцієнт за кожне практичне (семінарське) або лабораторне заняття.

Поточні оцінки за кожну складову ($P, K, I, \dots$) виставляються за 100-бальною шкалою згідно з положенням «Про критерії та систему оцінювання знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої освіти» НТУ «ХПІ».

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до розрахованої O з округленням до найближчого цілого числа в більшу сторону.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту.

Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

30.08.2025



Завідувач кафедри

Олексій ШЕСТОПАЛОВ