



Основи процесів очищення промислових викидів від пилу

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (освітньо-професійний)</i>
Галузь знань	<i>10 Природничі науки</i>
Спеціальність	<i>101 Екологія</i>
Освітня програма	<i>Екологічна безпека</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Заочна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2курс/ осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЕКТС (120 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>4 години лекційних. 2 години практичних та 2 години лабораторних занять</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/ivanenko-olena-ivanivna.html Практичні: https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/ivanenko-olena-ivanivna.html Лабораторні: https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/ivanenko-olena-ivanivna.html
Розміщення курсу	<i>https://eco-paper.kpi.ua/navchannia/sylabusy.html</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Для запобігання негативних наслідків господарської діяльності людини і покращення стану атмосферного повітря з точки зору наявності твердих пилоподібних часток необхідно постійно вдосконалювати технології захисту атмосфери. Лише за допомогою знань з очистки газових викидів від пилу, а також налаштування роботи з приладами оцінки стану атмосферного повітря вдається захистити довкілля від негативного антропогенного навантаження на повітряний простір планети.

Предмет навчальної дисципліни «Основи процесів очищення промислових викидів від пилу» – одним із головних напрямків реалізації природоохоронних технологій, спрямованих на захист атмосфери, є очистка газоподібних відходів від пилу перед їх викидом в атмосферу.

У значній мірі вирішення даної проблеми буде визначатись рівнем підготовки фахівців, які працюють у галузі охорони навколишнього середовища, включаючи установи управління екологічною безпекою держави, наукові установи та організації, підприємства.

Для успішного вирішення завдань захисту та збереження атмосфери фахівці мають вільно володіти інформацією, вміти вирішувати складні проблеми захисту повітря від забруднення на високому професійному рівні.

Мета навчальної дисципліни «Основи процесів очищення промислових викидів від пилу»

Метою вивчення даної дисципліни є формування у студентів комплексу знань в області сучасних методів очищення газів, комплексу умінь та навиків, необхідних для проведення наукових досліджень в даному напрямку, для створення сучасних технологій газоочистки та для кваліфікованого управління існуючими технологічними процесами. Відповідно до мети підготовка бакалаврів вимагає посилення сформованих у студентів компетентностей:

- Здатність до оцінки впливу процесів техногенезу на стан навколишнього середовища та виявлення екологічних ризиків, пов'язаних з виробничою діяльністю
- Здатність до опанування міжнародного та вітчизняного досвіду вирішення регіональних та транскордонних екологічних проблем
- Здатність розробляти проектну та робочу технічну документацію у галузі природоохоронних технологій, складати конструктивні схеми з елементами обладнання та промислових будівель, оформляти завершені проектно-конструкторські розробки
- Здатність вдосконалювати, проектувати, реалізовувати та експлуатувати технології та обладнання очищення та переробки вихідних газів, стічних вод та твердих відходів
- Здатність застосовувати сучасні методи та засоби контролю стану атмосферного повітря, природних вод, ґрунтів та біоти, визначати рівень забрудненості природних та промислових матеріалів радіоактивними елементами, володіти методиками оцінки впливу несприятливих факторів на живі організми, визначати адаптивні можливості людського організму в умовах середовища
- Здатність розрізняти технологічні процеси виробництв, визначати джерела і шляхи надходження у навколишнє природне середовище шкідливих компонентів, оцінювати їх вплив на стан здоров'я людини та якість довкілля

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни «Основи процесів очищення промислових викидів від пилу», студенти після її засвоєння мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

- Проводити лабораторні дослідження із застосуванням сучасних приладів, забезпечувати достатню точність вимірювання та достовірність результатів, обробляти отримані результати
- Застосовувати методології та технології проектування, реалізації та впровадження природоохоронних технологій та обладнання, здійснювати проектно-конструкторську діяльність
- Розробляти технології, використовувати процеси та апарати, що забезпечують ефективне розділення, концентрування, вилучення, деструкцію шкідливих домішок у водних системах і газових середовищах, переробку та утилізацію відходів

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Вивчення дисципліни «Основи процесів очищення промислових викидів від пилу» базується на засадах інтеграції різноманітних знань, отриманих студентами протягом бакалаврату при вивченні дисциплін природничого та інженерно-технічного спрямування: «Загальна екологія», «Спеціальні розділи біогеохімії», «Хімія з основами біогеохімії».

Дисципліна «Основи процесів очищення промислових викидів від пилу» є фундаментальною основою для вивчення наступних дисциплін: «Моніторинг довкілля», «Моделювання і прогнозування стану довкілля», «Нормування антропогенного навантаження

на навколишнє середовище», «Екологічна та природно-техногенна безпека», «Техноекологія», та забезпечує виконання бакалаврського проекту.

3. Зміст навчальної дисципліни «Основи процесів очищення промислових викидів від пилу»

Розділ 1. Сучасний стан, напрямки і перспективи розвитку захисту повітряного басейну від забруднень.

Тема 1. Склад, будова, властивості та функції атмосфери.

Тема 2. Характеристика забруднюючих атмосферу речовин і класифікація джерел забруднення.

Тема 3. Нормування якості атмосферного повітря.

Тема 4. Основні джерела утворення викидів забруднюючих атмосферу речовин по галузям промисловості

Тема 5. Трансформація домішок в атмосфері.

Тема 6. Розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері.

Розділ 2. Очищення вихідних газів від пилу.

Тема 1. Основні властивості пилу.

Тема 2. Пиловловлення. Параметри процесу пиловловлення.

Розділ 3. Апарати сухого механічного очищення газів.

Тема 1. Пилоосаджувальні камери та інерційні пиловловлювачі.

Тема 2. Жалюзійні апарати, циклони.

Тема 3. Вихрові пиловловлювачі.

Розділ 4. Апарати мокрого механічного очищення газів.

Тема 1. Форсунковий, насадковий скруббер, скруббер з рухомою насадкою.

Тема 2. Відцентровий скруббер, скруббер Вентурі, апарат ударно-інерційного типу, барботажно-пінний апарат.

Розділ 5. Апарати для очищення газів фільтрацією.

Тема 1. Волокнисті, зернисті фільтри.

Тема 2. Тканеві фільтри.

Розділ 6. Апарати для очищення газів в електричному полі.

Тема 1. Класифікація електрофільтрів та їх конструктивні елементи.

Тема 2. Сухі та мокрі електрофільтри.

Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Бекетов В. Є., Євтухова Г. П. Джерела та процеси забруднення атмосфери. Харків : ХНУМГ ім. О. Н. Бекетова, 2019. 113 с.

2. Сарапіна М. В. Процеси та апарати пилогазоочищення: курс лекцій. Харків: НУЦЗУ, 2018. 125 с.

3. Крусір Г. В., Мадані М. М., Гаркович О. Л. Техніка та технології очищення газових викидів. Одеса: ОНАХТ-Одеса, 2017. 207 с.

4. Методи розрахунку систем комплексного пило- та газоочищення. Монографія/ М.І. Шиляєв, Є.М. Хромова. М: Видавництво АСВ, 2018. 196 с.

5. Основи процесів очищення промислових викидів від пилу. Лабораторний практикум: навчальний посібник для студентів спеціальності 101 Екологія, 161 Хімічні технології та інженерія / КПІ імені Ігоря Сікорського; уклад.: Іваненко О.І., Оверченко Т.А., Носачова Ю.В., Твердохліб М.М. – Київ: КПІ імені Ігоря Сікорського, 2021. – 34 с.

6. Основи процесів очищення промислових викидів від парів та газів. Лабораторний практикум: навчальний посібник для студентів спеціальності 101 Екологія, 161 Хімічні

технології та інженерія / КПІ імені Ігоря Сікорського; уклад.: Іваненко О.І., Оверченко Т.А., Носачова Ю.В., Твердохліб М.М. – Київ: КПІ імені Ігоря Сікорського, 2021. – 34 с.

Додаткова література

7. Промислові технології та очищення технологічних і вентиляційних викидів: навч. посіб. / Ю. С. Юркевич, О. Т. Возняк, В. М. Желих ; МОНМС України, НУ «Львівська Політехніка». 2012. 120 с.

8. Северин Л. І., Петрук В. Г., Безвозюк І. І., Васильківський І. В. Природоохоронні технології (захист атмосфери) / Ч.І: Навчальний посібник. Вінниця : УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2010.

9. Ратушняк Г.С., Лялюк О. Г. Засоби очищення газових викидів. Навчальний посібник. Вінниця : УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2008. 207 с.

10. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: навчальний посібник. Київ : Знання, 2007. 422 с.

11. КД 52.9.4.01–09. Методичні вказівки щодо прогнозування метеорологічних умов формування рівнів забруднення повітря в містах України. Київ: Державна гідрометеорологічна служба, 2010. 78 с.

12. Рижков С. С. Апарати для очищення повітря від забруднень : метод. вказівки / С. С. Рижков, Ю. М. Харитонов, В. В. Благодатний. - Миколаїв : УДМТУ, 2002. - 36 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

13. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mep.gov.ua/>

14. Електронний архів наукових та освітніх матеріалів КПІ ім. Ігоря Сікорського / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/>

15. Професійна Асоціація Екологів України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pae.com.ua/>

16. Науково-технічна бібліотека ім. Г.І. Денисенка / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://library.kpi.ua>

17. Національна бібліотека ім. В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/>

5. Методика опанування навчальної дисципліни

Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з дисципліни «Основи процесів очищення промислових викидів від пилу», рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;

- забезпечення в процесі лекції творчої роботи студентів спільно з викладачем;
- виховання у студентів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- формування у студентів необхідного інтересу та визначенні напрямку для самостійної роботи;
- визначення на сучасному рівні розвитку науки в області сучасних методів та процесів очищення газів, прогнозування розвитку на найближчі роки;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних положень, висновків, рекомендацій, чітке і адекватне їх формулювання)
- використання для демонстрації наочних матеріалів, поєднання, по можливості їх з демонстрацією результату і зразків ;
- викладання матеріалів досліджень чіткою і якісною мовою з дотриманням структурно-логічних зв'язків, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даною аудиторією.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	<p>Сучасний стан, напрямки і перспективи розвитку захисту повітряного басейну від забруднень Склад, будова, властивості та функції атмосфери. Антропогенний вплив на стан атмосфери. Література: [1, 10] Завдання на СРС. Напрямки та цілі створення маловідходних виробництв. Література: [8].</p>	0,2
2	<p>Сучасний стан, напрямки і перспективи розвитку захисту повітряного басейну від забруднень Характеристика забруднюючих атмосферу речовин від промислових підприємств і класифікація джерел забруднення. Література: [1, 10] Завдання на СРС. Забруднення атмосфери рухомими джерелами автомобільного транспорту. Література: [1].</p>	0,2
3	<p>Сучасний стан, напрямки і перспективи розвитку захисту повітряного басейну від забруднень Нормування якості атмосферного повітря. Література: [1, 8]. Завдання на СРС. Міста України з найбільшими викидами шкідливих речовин в атмосферу та розподіл забруднень по джерелах утворення. Література: [8].</p>	0,2
4	<p>Сучасний стан, напрямки і перспективи розвитку захисту повітряного басейну від забруднень Основні джерела утворення викидів забруднюючих атмосферу</p>	0,2

	<p>речовин по галузям промисловості</p> <p>Література: [1].</p> <p>Завдання на СРС. Транскордонний перенос забруднюючих речовин.</p> <p>Література: [1].</p>	
5	<p>Сучасний стан, напрямки і перспективи розвитку захисту повітряного басейну від забруднень</p> <p>Трансформація домішок в атмосфері.</p> <p>Література: [1, 8]</p> <p>Завдання на СРС. Фізичні забруднювачі атмосфери.</p> <p>Література: [1].</p>	0,2
6	<p>Сучасний стан, напрямки і перспективи розвитку захисту повітряного басейну від забруднень</p> <p>Розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері.</p> <p>Література: [1, 11].</p> <p>Завдання на СРС. Вміст і коливання концентрацій шкідливих домішок у повітрі міст в залежності від таких факторів, як опади та тумани.</p> <p>Література: [11].</p>	0,2
7	<p>Очищення вихідних газів від пилу</p> <p>Основні властивості пилу.</p> <p>Література: [1, 2, 3, 8].</p> <p>Завдання на СРС. Основні властивості газів.</p> <p>Література: [8].</p>	0,2
8	<p>Очищення вихідних газів від пилу</p> <p>Пиловловлення. Параметри процесу пиловловлення.</p> <p>Література: [4, 8, 9].</p> <p>Завдання на СРС. Методи і прилади контролю концентрацій пилових домішок в атмосфері та промислових викидах.</p> <p>Література: [8].</p>	0,2
9	<p>Апарати сухого механічного очищення газів</p> <p>Пилоосаджувальні камери та інерційні пиловловлювачі.</p> <p>Література: [2, 3, 4].</p> <p>Завдання на СРС. Зрошувальні газоходи.</p> <p>Література: [2, 3, 4].</p>	0,2
10	<p>Апарати сухого механічного очищення газів</p> <p>Жалюзійні апарати, циклони.</p> <p>Література: [2, 3, 4].</p> <p>Завдання на СРС. Ротаційні пиловловлювачі.</p> <p>Література: [12].</p>	0,2
11	<p>Апарати сухого механічного очищення газів</p> <p>Вихрові пиловловлювачі.</p> <p>Література: [2, 3, 4].</p> <p>Завдання на СРС. Динамічні пиловловлювачі.</p> <p>Література: [8].</p>	0,2
12	<p>Апарати мокрого механічного очищення газів</p> <p>Форсунковий, насадковий скрубєр, скрубєр з рухомою насадкою.</p> <p>Література: [2, 3, 4].</p> <p>Завдання на СРС. Механічний дисковий скрубєр.</p> <p>Література: [12].</p>	0,2
13	<p>Апарати мокрого механічного очищення газів</p> <p>Відцентровий скрубєр, скрубєр Вентурі, апарат ударно-інерційного типу, барботажно-пінний апарат.</p>	0,2

	<i>Література: [2, 3, 4]. Завдання на СРС. Швидкісний скруббер Дойля. Література: [12].</i>	
14	Апарати для очищення газів фільтрацією. <i>Волокнисті, зернисті фільтри. Література: [2, 3, 4]. Завдання на СРС. Керамічні та металокерамічні фільтри. Література: [8].</i>	0,2
15	Апарати для очищення газів фільтрацією <i>Тканинні фільтри. Література: [2, 3, 4]. Завдання на СРС. Фільтри-тумановловлювачі. Література: [12].</i>	0,2
16	Апарати для очищення газів в електричному полі <i>Класифікація електрофільтрів та їх конструктивні елементи. Література: [2, 3, 4]. Завдання на СРС. Магнітне очищення газів. Література: [7, 8].</i>	0,2
17	Апарати для очищення газів в електричному полі <i>Сухі та мокрі електрофільтри. Література: [2, 3, 4]. Завдання на СРС. Рекуперація уловленого пилу. Література: [7, 8].</i>	0.2
18	МКР	0,6
	Всього	4

Лабораторні заняття

У системі професійної підготовки студентів лабораторні заняття займають 25 % аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони закладають і формують основи кваліфікації бакалавра з екології. Метою лабораторно-практичних занять є розвиток у студентів експериментальних навичок, дослідницького підходу до вивчення предмету, закріплення теоретичного матеріалу.

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість аудиторних годин
1	<i>Вступ. Інструктаж з техніки безпеки, ознайомлення з програмою лабораторних робіт, видача методичної літератури</i>	0,1
2	<i>Визначення ефективності очищення пилу в циклонах</i>	0,7
3	<i>Визначення ефективності очищення пилу в рукавних фільтрах</i>	0,8
4	МКР	0,4
Всього годин		2

Практичні заняття

У системі професійної підготовки бакалаврів по даній дисципліні практичні заняття займають 25 % аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони закладають і формують основи кваліфікації бакалавра в галузі екології, а саме захисту атмосфери від антропогенного впливу. Зміст цих занять і методика їх проведення повинні забезпечувати розвиток творчої активності особистості. Вони розвивають наукове мислення

і здатність користуватися спеціальною термінологією, дозволяють перевірити знання, тому даний вид роботи виступає важливим засобом оперативного зворотного зв'язку. Практичні заняття повинні виконувати не тільки пізнавальну і виховну функції, але й сприяти зростанню бакалаврів як творчих працівників в області охорони навколишнього природного середовища.

Основні завдання циклу практичних занять:

- допомогти бакалаврам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру в області фундаментальних методів та технологій очищення повітря;
- навчити бакалаврів прийомам вирішення практичних завдань, сприяти оволодінню навичками та вміннями виконання розрахунків, графічних та інших завдань;
- навчити їх працювати з науковою та довідковою літературою і схемами;
- формувати вміння вчитися самостійно, тобто опановувати методами, способами і прийомами самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.

№ з/п	Назва теми практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	Розрахунок матеріального балансу процесу пилоочищення. Література: [4].	0,4
2	Розрахунок тканинного рукавного фільтру. Література: [4].	0,6
3	МКР	1
	Всього	2

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота займає 93 % часу вивчення кредитного модуля, включаючи і підготовку до заліку. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування наукових знань в областях, що не увійшли у перелік лекційних питань шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі. У процесі самостійної роботи в рамках освітнього компоненту студент повинен навчатися глибоко аналізувати сучасні підходи до розробки та впровадження новітніх технологій очищення забруднених відхідних газів, виходячи із концентрацій забруднюючих домішок і нормативів викидів газової суміші. Студент повинен вміти створювати найбільш ефективні методи очищення забруднених газів.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
Розділ 1. Сучасний стан, напрямки і перспективи розвитку захисту повітряного басейну від забруднень		
1	Тема 1. Склад, будова, властивості та функції атмосфери. Антропогенний вплив на стан атмосфери. Склад, будова, властивості та функції атмосфери. Антропогенний вплив на стан атмосфери. Завдання на СРС. Напрямки та цілі створення маловідходних виробництв. Література: [8]. Тема 2. Характеристика забруднюючих атмосферу речовин від промислових підприємств і класифікація джерел забруднення. Завдання на СРС. Забруднення атмосфери рухомими джерелами	33

	<p>автомобільного транспорту. Література: [1].</p> <p>Тема 3. Нормування якості атмосферного повітря. Завдання на СРС. Міста України з найбільшими викидами шкідливих речовин в атмосферу та розподіл забруднень по джерелах утворення. Література: [8].</p> <p>Тема 4. Основні джерела утворення викидів забруднюючих атмосферу речовин по галузям промисловості Завдання на СРС. Транскордонний перенос забруднюючих речовин. Література: [1].</p> <p>Тема 5. Трансформація домішок в атмосфері. Завдання на СРС. Фізичні забруднювачі атмосфери. Література: [1].</p> <p>Тема 6. Розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері. Завдання на СРС. Вміст і коливання концентрацій шкідливих домішок у повітрі міст в залежності від таких факторів, як опади та тумани. Література: [11].</p>	
Розділ 2. Очищення вихідних газів від пилу		
2	<p>Тема 1. Основні властивості пилу. Завдання на СРС. Основні властивості газів. Література: [8].</p> <p>Тема 2. Пиловловлення. Параметри процесу пиловловлення. Завдання на СРС. Методи і прилади контролю концентрацій пилових домішок в атмосфері та промислових викидах. Література: [8].</p>	15
Розділ 3. Апарати сухого механічного очищення газів		
3	<p>Тема 1. Пилоосаджувальні камери та інерційні пиловловлювачі. Завдання на СРС. Зрошувальні газоходи. Література: [2, 3, 4].</p> <p>Тема 2. Жалюзійні апарати, циклони. Завдання на СРС. Ротаційні пиловловлювачі. Література: [12].</p> <p>Тема 3. Вихрові пиловловлювачі. Завдання на СРС. Динамічні пиловловлювачі. Література: [8].</p>	15
Розділ 4. Апарати мокрого механічного очищення газів		
4	<p>Тема 1. Форсунковий, насадковий скруббер, скруббер з рухомою насадкою. Завдання на СРС. Механічний дисковий скруббер. Література: [12].</p> <p>Тема 2. Відцентровий скруббер, скруббер Вентурі, апарат ударно-інерційного типу, барботажно-пінний апарат. Завдання на СРС. Швидкісний скруббер Дойля. Література: [12].</p>	15
5	Розділ 5. Апарати для очищення газів фільтрацією	
	<p>Тема 1. Волокнисті, зернисті фільтри. Завдання на СРС. Керамічні та металокерамічні фільтри. Література: [8].</p> <p>Тема 2. Тканинні фільтри. Завдання на СРС. Фільтри-тумановловлювачі.</p>	15

	<i>Література: [12].</i>	
6	Розділ 6. Апарати для очищення газів в електричному полі	
	<p><i>Тема 1. Класифікація електрофільтрів та їх конструктивні елементи.</i></p> <p><i>Завдання на СРС. Магнітне очищення газів.</i></p> <p><i>Література: [7, 8].</i></p> <p><i>Тема 2. Сухі та мокрі електрофільтри.</i></p> <p><i>Завдання на СРС. Рекуперація уловленого пилу.</i></p> <p><i>Література: [7, 8].</i></p>	15
	<i>Підготовка до МКР</i>	2
	<i>Підготовка до заліку</i>	2
	<i>Всього годин</i>	112

Забезпечення програмних результатів складовими освітнього компоненту

<i>Програмний результат</i>	<i>Лекційні заняття</i>	<i>Практичні та лабораторні заняття, індивідуальні завдання</i>
<i>Проводити лабораторні дослідження із застосуванням сучасних приладів, забезпечувати достатню точність вимірювання та достовірність результатів, обробляти отримані результати</i>		<i>Лабораторне заняття 1. Визначення ефективності очищення пилу в циклонах.</i> <i>Лабораторне заняття 2. Визначення ефективності очищення пилу в рукавних фільтрах.</i>
<i>Застосовувати методології та технології проектування, реалізації та впровадження природоохоронних технологій та обладнання, здійснювати проектно-конструкторську діяльність</i>	<i>Лекція 3. Нормування якості атмосферного повітря.</i> <i>Лекція 7. Пиловловлення. Параметри процесу пиловловлення.</i>	<i>Практичне заняття 1. Розрахунок матеріального балансу процесу пилоочищення.</i>
<i>Розробляти технології, використовувати процеси та апарати, що забезпечують ефективне розділення, концентрування, вилучення, деструкцію шкідливих домішок у водних системах і газових середовищах, переробку та утилізацію відходів.</i>	<i>Лекція 9. Апарати сухого механічного очищення газів. Пилоосаджувальні камери та інерційні пиловловлювачі.</i> <i>Лекція 10. Апарати сухого механічного очищення газів. Жалюзійні апарати, циклони.</i> <i>Лекція 11. Апарати сухого механічного очищення газів. Жалюзійні апарати, циклони.</i> <i>Лекція 12. Апарати мокрого механічного очищення газів. Форсунковий, насадковий скруббер, скруббер з рухомою</i>	<i>Практичне заняття 2. Розрахунок тканинного рукавного фільтру.</i>

	<p><i>насадкою.</i></p> <p><i><u>Лекція 13.</u> Апарати мокрого механічного очищення газів. Відцентровий скруббер, скруббер Вентурі, апарат ударно-інерційного типу, барботажно-пінний апарат.</i></p> <p><i><u>Лекція 14.</u> Апарати для очищення газів фільтрацією. Волокнисті, зернисті фільтри.</i></p> <p><i><u>Лекція 15.</u> Апарати для очищення газів фільтрацією. Тканинні фільтри.</i></p> <p><i><u>Лекція 16.</u> Апарати для очищення газів в електричному полі. Класифікація електрофільтрів та їх конструктивні елементи.</i></p> <p><i><u>Лекція 17.</u> Апарати для очищення газів в електричному полі. Сухі та мокрі електрофільтри.</i></p>	
--	---	--

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни

Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Студенти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

- заохочувальні бали можуть нараховуватись викладачем виключно за виконання творчих робіт з дисципліни або додаткового проходження он-лайн профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату:
<https://www.coursera.org/learn/fire-effect>
<https://www.coursera.org/learn/global-warming>
Але їхня сума не може перевищувати 10 % від рейтингової шкали.*
- штрафні бали в рамках навчальної дисципліни не передбачені.*

Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, студенти мають зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем) каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання.

Політика академічної доброчесності

Плагіат та інші форми недоброчесної роботи неприпустимі. До плагіату відноситься відсутність посилань при використанні друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Неприпустимі підказки та списування під час написання тестів, проведення занять; здача заліку за іншого студента; копіювання матеріалів, захищених системою авторського права, без дозволу автора роботи.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Політика академічної поведінки і етики

Студенти мають бути толерантним, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, конструктивно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях.

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом:

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	Кредити	акад. год.	Лекції	Практичні	Лаб. роб.	СРС	МКР	РГР	Семестровий контроль
3	4	120	4	2	2	112	1	–	залік

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за роботу на лабораторних роботах та практичних заняттях, за написання модульної та залікової контрольних робіт.

Семестровим контролем є залік.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

Система рейтингових балів та критерії оцінювання:

Виконання лабораторних робіт.

Ваговий бал за лабораторні роботи складає 10 балів. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює:

$$10 \text{ балів} \times 2 \text{ роботи} = 20 \text{ балів}$$

Критерії оцінювання виконання лабораторного завдання

Повнота та ознаки виконання завдання	Бали
Завдання виконане в повній мірі	10
Незначні недоліки за пунктом 1	9-8
Несвоєчасне виконання завдання	7-6
Несвоєчасне виконання завдання, недоліки за п. 1	5-4
Невиконання завдання	0

Робота на практичних заняттях.

Ваговий бал за роботу на практичних заняттях складає 2 бали. Максимальна кількість балів за всі практичні роботи дорівнює:

$$2 \text{ бали} \times 2 \text{ роботи} = 4 \text{ бали}$$

Критерії оцінювання роботи на практичних заняттях

Повнота та ознаки виконання роботи	Бали
Активна творча робота	2
Плідна робота	1
Невиконання роботи	0

Модульна контрольна робота

Ваговий бал – 16 балів. Максимальна кількість балів за контрольну роботу дорівнює:
16 балів x 1 роботу = 16 балів

Критерії оцінювання контрольних робіт

Повнота та ознаки відповіді	Бали
Повна відповідь	14-16
Достатньо повна відповідь з деякими неточностями	11-13
У відповіді не наведено другорядні чи залежні від основних параметри (матеріали)	8-10
У відповіді не наведено половину основних і кілька другорядних параметрів чи матеріалів	6-7
Відповідь поверхнева без аналізу параметрів, умов, матеріалів, фактів, неповні висновки	4-5
Контрольна робота не захищена	0-3

Залікова контрольна робота

Завдання контрольної роботи складається з 60 тестових питань різних розділів робочої програми дисципліни. Кожне питання контрольної роботи оцінюється в 1 бал.

Необхідною умовою допуску до заліку є здача всіх лабораторних робіт і написання модульної контрольної роботи.

Таким чином рейтингова семестрова шкала з дисципліни складає:

$$R = 10 \times 2 + 2 \times 2 + 16 + 60 = 100 \text{ балів}$$

Максимальна сума балів складає 100. Для отримання заліку з дисципліни «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше 60 балів. Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку в системі ECTS, виконують залікову контрольну роботу без стартової складової. Завдання контрольної роботи складається з 100 тестових питань різних розділів робочої програми дисципліни. Кожне питання контрольної роботи оцінюється в 1 бал.

Якщо оцінка за залікову контрольну роботу менша ніж за рейтингом, здобувач отримує більшу з оцінок, що отримані за результатами залікової контрольної роботи або за рейтингом.

Сума балів за контрольних заходів продовж семестру та за залікову контрольну роботу переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею.

Кількість балів	Оцінка
95...100	відмінно
85...94	дуже добре
75...84	добре
65...74	задовільно
60...64	достатньо
RD < 60	незадовільно
Не виконані умови допуску	не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни

Перелік завдань, які виносяться на модульну контрольну роботу

1. Розрахувати матеріальний баланс та зобразити блок-схему пилоочисних споруд з такими вхідними параметрами:

об'ємна витрата газу $V_r = 27000 \text{ м}^3/\text{год}$;

запиленість газового потоку $C_{\text{вх.пилу}} = 4,1 \text{ г}/\text{м}^3$;

ГДК_{р.з.пилу} = $10 \text{ мг}/\text{м}^3$;

ефективність очищення від пилу в електрофільтрі $\eta_1 = 26,89\% = 0,2689$;

ефективність очищення від пилу на тканинному фільтрі $\eta_2 = 99,67\% = 0,9967$.

2. Розрахувати матеріальний баланс та зобразити блок-схему пилоочисних споруд з такими вхідними параметрами:

об'ємна витрата газу $V_r = 40000 \text{ м}^3/\text{год}$;

запиленість газового потоку $C_{\text{вх.пилу}} = 2,1 \text{ г}/\text{м}^3$;

ГДК_{р.з.пилу} = $1,5 \text{ мг}/\text{м}^3$;

ефективність очищення від пилу в циклоні $\eta_1 = 73,89\% = 0,7389$;

ефективність очищення від пилу на електрофільтрі $\eta_2 = 75,8\% = 0,758$.

3. Розрахувати матеріальний баланс та зобразити блок-схему пилоочисних споруд з такими вхідними параметрами:

об'ємна витрата газу $V_r = 50000 \text{ м}^3/\text{год}$;

запиленість газового потоку $C_{\text{вх.пилу}} = 5 \text{ г}/\text{м}^3$;

ГДК_{р.з.пилу} = $10 \text{ мг}/\text{м}^3$;

ефективність очищення від пилу у циклоні $\eta_1 = 82,8\% = 0,828$;

ефективність очищення від пилу на електрофільтрі $\eta_2 = 92,4\% = 0,924$.

4. Розрахувати матеріальний баланс та зобразити блок-схему пилоочисних споруд з такими вхідними параметрами:

об'ємна витрата газу $V_r = 48000 \text{ м}^3/\text{год}$;

запиленість газового потоку $C_{\text{вх.пилу}} = 4,4 \text{ г}/\text{м}^3$;

ГДК_{р.з.пилу} = $0,8 \text{ мг}/\text{м}^3$;

ефективність очищення від пилу у циклоні $\eta_1 = 31\% = 0,31$;

ефективність очищення від пилу на електрофільтрі $\eta_2 = 78\% = 0,78$.

5. Розрахувати матеріальний баланс та зобразити блок-схему пилоочисних споруд з такими вхідними параметрами:

Об'ємна витрата газу $V_r = 17000 \text{ м}^3/\text{год}$;

Запиленість газового потоку $C_{\text{вх.пилу}} = 61 \text{ г}/\text{м}^3$;

ГДК_{р.з.пилу} = $1 \text{ мг}/\text{м}^3$;

Ефективність очищення від пилу у рукавному фільтрі $\eta_1 = 98,36\% = 0,9836$;

Ефективність очищення від пилу на скрубери $\eta_2 = 63,3\% = 0,633$;

Ефективність очищення від пилу на електрофільтрі $\eta_3 = 99,5\% = 0,995$.

6. Розрахувати матеріальний баланс та зобразити блок-схему пилоочисних споруд з такими вхідними параметрами:

Об'ємна витрата газу $V_r = 15000 \text{ м}^3/\text{год}$;

Запиленість газового потоку $C_{\text{вх.пилу}} = 100 \text{ г}/\text{м}^3$;

ГДК_{р.з.пилу} = $1 \text{ мг}/\text{м}^3$;

Ефективність очищення від пилу в циклоні $\eta_1 = 86,25 \% = 0,8625$;

Ефективність очищення від пилу на електрофільтрі $\eta_2 = 84,9 \% = 0,849$;

Ефективність очищення від пилу на рукавному фільтрі $\eta_3 = 52 \% = 0,52$.

7. Розрахувати матеріальний баланс та зобразити блок-схему пилоочисних споруд з такими вхідними параметрами:

Об'ємна витрата газу $V_r = 20000 \text{ м}^3/\text{год}$;

Запиленість газового потоку $C_{\text{вх.пилу}} = 25 \text{ г}/\text{м}^3$;

ГДК_{р.з.пилу} = $1,5 \text{ мг}/\text{м}^3$;

Ефективність очищення від пилу в пилоосаджувальній камері $\eta_{\text{пк}} = 70,55\%$

Ефективність очищення від пилу в скрубєрі $\eta_c = 90,67 \%$

Ефективність очищення від пилу в електрофільтрі $\eta_\phi = 99,799\%$.

8. Розрахувати матеріальний баланс та зобразити блок-схему пилоочисних споруд з такими вхідними параметрами:

Об'ємна витрата газу $V_r = 450000 \text{ м}^3/\text{год}$;

Запиленість газового потоку $C_{\text{вх.пилу}} = 15,1 \text{ г}/\text{м}^3$;

ГДК_{р.з.пилу} = $1 \text{ мг}/\text{м}^3$;

Ефективність очищення від пилу у циклоні $\eta_1 = 84,135\% = 0,84235$;

Ефективність очищення від пилу на електрофільтрі $\eta_2 = 95,48\% = 0,9548$;

Ефективність очищення від пилу у рукавному фільтрі $\eta_3 = 90,9\% = 0,909$.

9. Розрахувати матеріальний баланс та зобразити блок-схему пилоочисних споруд з такими вхідними параметрами:

Об'ємна витрата газу $V_r = 17000 \text{ м}^3/\text{с}$;

Запиленість газового потоку $C_{\text{вх.пилу}} = 1000 \text{ мг}/\text{м}^3$;

ГДК_{р.з.пилу} = $1 \text{ мг}/\text{м}^3$;

Ефективність очищення від пилу у циклоні $\eta_1 = 60\% = 0,6$;

Ефективність очищення від пилу на електрофільтрі $\eta_2 = 98,48\% = 0,9848$.

10. Розрахувати матеріальний баланс та зобразити блок-схему пилоочисних споруд з такими вхідними параметрами:

Об'ємна витрата газу $V_r = 50000 \text{ м}^3/\text{год}$;

Запиленість газового потоку $C_{\text{вх.пилу}} = 40 \text{ г}/\text{м}^3$;

ГДК_{р.з.пилу} = $3 \text{ мг}/\text{м}^3$;

Ефективність очищення від пилу у циклоні $\eta_1 = 38,27\% = 0,3827$;

Ефективність очищення від пилу на електрофільтрі $\eta_2 = 99,99\% = 0,9999$.

11. Розрахувати матеріальний баланс та зобразити блок-схему пилоочисних споруд з такими вхідними параметрами:

Об'ємна витрата газу $V_r = 13000 \text{ м}^3/\text{с}$;

Запиленість газового потоку $C_{\text{вх.пилу}} = 7 \text{ г}/\text{м}^3$;

ГДК_{р.з.пилу} = $6 \text{ мг}/\text{м}^3$;

Ефективність очищення від пилу у циклоні $\eta_1 = 31 \% = 0,31$;

Ефективність очищення від пилу на електрофільтрі $\eta_2 = 99,89\% = 0,9989$.

12. Розрахувати матеріальний баланс та зобразити блок-схему пилоочисних споруд з такими вхідними параметрами:

Об'ємна витрата газу $V_r = 24500 \text{ м}^3/\text{год}$;

Запиленість газового потоку $C_{\text{вх.пилу}} = 1,5 \text{ г}/\text{м}^3$;

ГДК_{р.з.пилу} = $0,5 \text{ мг}/\text{м}^3$;

Ефективність очищення від пилу у циклоні $\eta_{\text{ц}} = 59,5\% = 0,595$;

Ефективність очищення від пилу на електрофільтрі $\eta_{\text{ф}} = 99,96\% = 0,9996$.

13. Розрахувати матеріальний баланс та зобразити блок-схему пилоочисних споруд з такими вхідними параметрами:

Об'ємна витрата газу $V_r = 22000 \text{ м}^3/\text{год}$;

Запиленість газового потоку $C_{\text{вх.пилу}} = 3,3 \text{ г}/\text{м}^3$;

ГДК_{р.з.пилу} = $1,1 \text{ мг}/\text{м}^3$;

Ефективність очищення від пилу у циклоні $\eta_{\text{ц}} = 64,08 \% = 0,6408$;

Ефективність очищення від пилу на електрофільтрі $\eta_{\text{ф}} = 99,95\% = 0,9995$.

14. Розрахувати матеріальний баланс та зобразити блок-схему пилоочисних споруд з такими вхідними параметрами:

Об'ємна витрата газу $V_r = 120000 \text{ м}^3/\text{год}$;

Запиленість газового потоку $C_{\text{вх.пилу}} = 2,15 \text{ г}/\text{м}^3$;

ГДК_{р.з.пилу} = $6 \text{ мг}/\text{м}^3$;

Ефективність очищення від пилу у циклоні $\eta_{\text{ц}} = 45,28 \% = 0,4528$;

Ефективність очищення від пилу на електрофільтрі $\eta_{\text{ф}} = 99,996\% = 0,99996$.

15. Розрахувати матеріальний баланс та зобразити блок-схему пилоочисних споруд з такими вхідними параметрами:

Об'ємна витрата газу $V_r = 270000 \text{ м}^3/\text{рік}$;

Запиленість газового потоку $C_{\text{вх.пилу}} = 6 \text{ г}/\text{м}^3$;

ГДК_{р.з.пилу} = $0,6 \text{ мг}/\text{м}^3$;

Ефективність пилоосаджувальної камери $\eta_{\text{п}} = 24,7\%$;

Ефективність циклона $\eta_{\text{ц}} = 97,25\%$;

Ефективність електрофільтра $\eta_{\text{е}} = 99,99\%$.

16. Розрахувати матеріальний баланс та зобразити блок-схему пилоочисних споруд з такими вхідними параметрами:

Об'ємна витрата газу $V_{\text{г}} = 20000 \text{ м}^3/\text{год}$;

Запиленість газового потоку $C_{\text{вх.пилу}} = 70 \text{ г}/\text{м}^3$;

$\text{ГДК}_{\text{р.з.пилу}} = 1 \text{ мг}/\text{м}^3$

Ефективність циклона $\eta_{\text{ц}} = 92,5\%$;

Ефективність електрофільтра $\eta_{\text{е}} = 99,998\%$.

17. Розрахувати матеріальний баланс та зобразити блок-схему пилоочисних споруд з такими вхідними параметрами:

Об'ємна витрата газу $V_{\text{г}} = 40000 \text{ м}^3/\text{год}$;

Запиленість газового потоку $C_{\text{вх.пилу}} = 50 \text{ г}/\text{м}^3$;

$\text{ПДК}_{\text{р.з.пыли}} = 1 \text{ мг}/\text{м}^3$;

Ефективність циклона $\eta_{\text{ц}} = 82,9 \% = 0,829$;

Ефективність електрофільтра $\eta_{\text{е}} = 99,99\% = 0,9999$.

18. Розрахувати матеріальний баланс та зобразити блок-схему пилоочисних споруд з такими вхідними параметрами:

Об'ємна витрата газу $V_{\text{г}} = 5000 \text{ м}^3/\text{с}$

Запиленість газового потоку $C_{\text{вх.пилу}} = 20 \text{ г}/\text{м}^3$;

$\text{ГДК}_{\text{р.з.пилу}} = 0,15 \text{ мг}/\text{м}^3$;

Ефективність пилоосаджувальної камери $\eta_{\text{п}} = 77 \%$;

Ефективність циклона $\eta_{\text{ц}} = 90 \%$;

Ефективність тканинного фільтра $\eta_{\text{ф}} = 97 \%$.

19. Розрахувати матеріальний баланс та зобразити блок-схему пилоочисних споруд з такими вхідними параметрами:

Об'ємна витрата газу $V_{\text{г}} = 50000 \text{ м}^3/\text{год}$;

Запиленість газового потоку $C_{\text{вх.пилу}} = 60 \text{ г}/\text{м}^3$;

$\text{ГДК}_{\text{р.з.пилу}} = 25 \text{ мг}/\text{м}^3$;

Ефективність циклона $\eta_{\text{ц}} = 61,3 \%$;

Ефективність електрофільтру $\eta_{\text{е}} = 99,99 \%$.

20. Розрахувати матеріальний баланс та зобразити блок-схему пилоочисних споруд з такими вхідними параметрами:

Об'ємна витрата газу $V_{\text{г}} = 15000 \text{ м}^3/\text{год}$;

Запиленість газового потоку $C_{\text{вх.пилу}} = 40 \text{ г}/\text{м}^3$;

$$ГДК_{р.з.пилу} = 20 \text{ мг/м}^3;$$

Ефективність пилоосаджувальної камери $\eta_n = 80\%$;

Ефективність циклона $\eta_{ц} = 90,1\%$;

Ефективність тканинного фільтра $\eta_{ф} = 98\%$.

21. Розрахувати матеріальний баланс та зобразити блок-схему пилоочисних споруд з такими вхідними параметрами:

$$\text{Об'ємна витрата газу } V_r = 30000 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$\text{Запиленість газового потоку } C_{вх.пилу} = 130 \text{ г/м}^3;$$

$$ГДК_{р.з.пилу} = 5 \text{ мг/м}^3;$$

Ефективність циклона $\eta_{ц} = 63\%$;

Ефективність електрофільтра $\eta_e = 99,99\%$.

22. Розрахувати матеріальний баланс та зобразити блок-схему пилоочисних споруд з такими вхідними параметрами:

$$\text{об'ємна витрата газу } V_r = 27000 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$\text{запиленість газового потоку } C_{вх.пилу} = 4,1 \text{ г/м}^3;$$

$$ГДК_{р.з.пилу} = 10 \text{ мг/м}^3;$$

ефективність очищення від пилу в електрофільтрі $\eta_1 = 26,89\% = 0,2689$;

ефективність очищення від пилу на тканинному фільтрі $\eta_2 = 99,67\% = 0,9967$.

23. Розрахувати матеріальний баланс та зобразити блок-схему пилоочисних споруд з такими вхідними параметрами:

$$\text{об'ємна витрата газу } V_r = 40000 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$\text{запиленість газового потоку } C_{вх.пилу} = 44 \text{ г/м}^3;$$

$$ГДК_{р.з.пилу} = 10 \text{ мг/м}^3;$$

ефективність очищення від пилу у циклоні $\eta_1 = 31\% = 0,31$;

ефективність очищення від пилу на електрофільтрі $\eta_2 = 78\% = 0,78$;

ефективність очищення від пилу на рукавному фільтрі $\eta_3 = 99,9\% = 0,999$.

24. Розрахувати матеріальний баланс та зобразити блок-схему пилоочисних споруд з такими вхідними параметрами:

$$\text{Об'ємна витрата газу } V_r = 13000 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$\text{Запиленість газового потоку } C_{вх.пилу} = 7 \text{ г/м}^3;$$

$$ГДК_{р.з.пилу} = 6 \text{ мг/м}^3;$$

Ефективність очищення від пилу у циклоні $\eta_1 = 31\% = 0,31$;

Ефективність очищення від пилу на електрофільтрі $\eta_2 = 99,89\% = 0,9989$.

25. Розрахувати матеріальний баланс та зобразити блок-схему пилоочисних споруд з такими вхідними параметрами:

$$\text{Об'ємна витрата газу } V_r = 24500 \text{ м}^3/\text{год};$$

Запиленість газового потоку $C_{\text{вх.пилу}} = 1,5 \text{ г/м}^3$;

$\text{ГДК}_{\text{р.з.пилу}} = 1 \text{ мг/м}^3$;

Ефективність очищення від пилу у циклоні $\eta_{\text{ц}} = 59,5\% = 0,595$;

Ефективність очищення від пилу на електрофільтрі $\eta_{\text{ф}} = 99,96\% = 0,9996$.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено д.т.н., професором Іваненко О. І.

Ухвалено кафедрою Е та ТРП (протокол № 14 від 18.05.2023 р.)

Погоджено методичною комісією ІХФ (протокол № 10 від 26.05.2023 р.)