

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ ІНСТИТУТ
ДЕРЖАВНОГО ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ
"ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ"

Факультет «Автомобільні дороги»
Кафедра «Екологія та безпека життєдіяльності»

Затверджую:
Декан факультету
_____ В.В. Пархоменко
« ____ » _____ 2013 р.

Рекомендовано:
Навчально-методичною
комісією факультету
протокол засідання № _____
від « ____ » _____ 2013 р.
Голова комісії
к.т.н., доц. _____ Л.М. Морозова

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

дисципліни циклу підготовки спеціалістів
«Очищення промислових газових викидів»
галузь знань 0401 – «Природничі науки»
напрямок підготовки 7.04010601 «Екологія та охорона навколишнього
середовища»
Курс – V, семестр – IX

Рекомендовано кафедрою «Екологія та безпека життєдіяльності»
протокол № _____ від « ____ » _____ 2013 р.

Докт. тех. наук

С.П. Висоцький

Програму склав

д.т.н., проф.

« ____ » _____ 2013 р.

С.П. Висоцький

Лист перезатвердження робочої програми
з дисципліни «Очищення промислових газових викидів»

Вніс зміни до програми

_____ 20__ р.
“ _____ ” _____

Рекомендована кафедрою “Екологія та безпека життєдіяльності”, протокол засідання №__ від “ _____ ” _____ 20__ р.,

Зав. кафедрою

_____ С.П. Висоцький

Затверджена навчально-методичною комісією факультету "Автомобільні дороги", протокол засідання №__ від “ _____ ” _____ 20__ р.,

Голова комісії

_____ Л.М. Морозова

Вніс зміни до програми

_____ 20__ р.
“ _____ ” _____

Рекомендована кафедрою “Екологія та безпека життєдіяльності”, протокол засідання №__ від “ _____ ” _____ 20__ р.,

Зав. кафедрою

_____ С.П. Висоцький

Затверджена навчально-методичною комісією факультету "Автомобільні дороги", протокол засідання №__ від “ _____ ” _____ 20__ р.,

Голова комісії

_____ Л.М. Морозова

Вніс зміни до програми

_____ 20__ р.
“ _____ ” _____

Рекомендована кафедрою “Екологія та безпека життєдіяльності”, протокол засідання №__ від “ _____ ” _____ 20__ р.,

Зав. кафедрою

_____ С.П. Висоцький

Затверджена навчально-методичною комісією факультету "Автомобільні дороги", протокол засідання №__ від “ _____ ” _____ 20__ р.,

Голова комісії

_____ Л.М. Морозова

1 ОРГАНІЗАЦІЙНО-МЕТОДИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальні положення

Навчальна дисципліна "Очищення промислових газових викидів" забезпечує професійну вищу підготовку фахівців за напрямом 0801 "Екологія". Основними складовими програми дисципліни є загальна характеристика забруднювачів атмосфери та викладення методів очищення газових викидів від забруднювачів повітря: пилу, сполук сірки: діоксиду сірки та сірководню, сполук азоту, летючих органічних речовин, діоксиду та оксиду вуглецю.

1.2 Мета викладання дисципліни

Метою викладання курсу є озброєння майбутніх фахівців сукупністю знань з питань:

- основних чинників забруднення атмосфери;
- можливих наслідків забруднення та розповсюдження забруднень;
- емісії забруднень в різних галузях промисловості;
- вплив забруднень на стан міських та сільських екосистем;
- методів очищення газових викидів від пилу та оцінки їх ефективності;
- очищення газових викидів від діоксиду сірки та оцінка ефективності межі застосування різних методів;
- очищення газових викидів від оксидів азоту, ефективність та межі застосування різних методів;
- очищення газових викидів від оксидів вуглецю. Шкідливий вплив оксидів вуглецю на довкілля;
- регенеративних та перегенеративних методів очищення газів;
- очищення газів від парів води;
- використання відходів від устаткування очищення газів;
- розрахунків різноманітних технологічних схем очищення газових викидів.

1.3 Задачі вивчення дисципліни і основи вимоги до рівня засвоєння змісту дисципліни

Задачі курсу "Очищення промислових та газових викидів" складаються із наступних положень:

- вміти розрахувати викиди шкідливих речовин в атмосферу для різноманітного обладнання;
- знати основні методи очищення газів та вміти визначити масу та об'єм викидів для теплових електростанцій, котелень, хімічних підприємств;
- вміти розрахувати основні елементи очисного обладнання;
- вміти визначити витрати на очищення газових викидів та виконати вибір найбільш оптимальних технологій.

1.4 Перелік дисциплін, необхідних для вивчення даної дисципліни

Дисципліна базується на знаннях та вміннях, отриманих при вивченні наступних курсів: "Хімія", "Фізика", "Основи загальної екології", "Безпека життєдіяльності", "Техноекологія", а також "Основи екологічного аналізу".

1.5 Місце дисципліни в професійній підготовці спеціаліста

Курс «Очищення природних та стічних вод» відноситься до циклу дисциплін підготовки спеціалістів.

2 РОЗКЛАД НАВЧАЛЬНИХ ГОДИН

Розподіл навчальних годин дисципліни «Очищення промислових газових викидів» за основними видами навчальних занять наведена в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Розклад навчальних годин дисципліни «Очищення промислових газових викидів»

Види навчальних занять	Всього		Семестр
	Годин	Кредитів ECTS	9 (1)
Загальний обсяг дисципліни	216	6,0	216
- теоретична частина	180	5,0	180
- курсове проектування	36	1,0	36
1. Аудиторні заняття	102	3,0	102
з них:			
1.1 Лекції	51	1,5	51
1.2 Лабораторні заняття	17	0,5	17
1.3 Практичні заняття	34	1,0	34
2. Курсове проектування	17	0,5	17
з них:			
2.1 Практичні заняття	17	0,5	17
3. Самостійна робота	65		65
з них:			
3.1 Підготовка до аудиторних занять	46		46
3.2 Виконання курсового проекту	19		19
4. Контрольні заходи	32		32

3 ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

3.1 Лекційні заняття

Тема і зміст лекцій дисципліни «Очищення промислових газових викидів» наведені в табл. 3.1

Таблиця 3.1 – Теми і зміст лекцій

№	Назва теми та її зміст	Обсяг лекцій, год.	Обсяг сам. роб., год.
1	2	3	4
1	Модуль 1. Забруднення атмосфери. Фізична хімія кислотних дощів. Джерела забруднення атмосфери. Фізична хімія кислотних дощів. Розповсюдження забруднень.	2	1
2	Характеристика та властивості забруднюючих речовин. Фізичні та хімічні властивості забруднювачів.	2	1
3	Наслідки забруднення атмосфери. Вплив забруднень на промислові об'єкти та на здоров'я населення.	2	1
4	Емісія забруднень в різних галузях промисловості. Характеристика забруднень в хімічній, теплоенергетичній та комунальній галузях.	2	1
5	Вплив різноманітних факторів на розповсюдження забруднень. Вплив обсягу та температури газових викидів, стану навколишнього середовища, вітру та висоти труб на розповсюдження забруднень.	2	1
6	Забруднення атмосфери міст. Характеристика забруднювачів та шляхи зменшення шкідливого впливу.	2	1
7	Основи адсорбційних очищення очистки газів. Характеристика адсорбентів та межі їх використання.	2	1
8	Статика та динаміка сорбції. Ізотерми сорбції. Межі використання різних сорбційних процесів.	2	1
9	Очищення газів від пилу. Характеристика пилу. Властивості різних видів пилу.	2	1
10	Циклони. Електрофільтри. Рукавні фільтри. Межі використання різних технологій очищення газів від пилу. Шляхи підвищення ефективності процесів очищення.	2	1

11	Очищення газу від діоксиду сірки. Мокрий вапняковий метод. Типи адсорберів. Вплив густини зрошування та рН на ефективність очищення.	2	1
12	Напівсухий метод очищення газів від діоксиду сірки. Характеристика абсорбенту, густини зрошування та технологічні особливості процесу.	3	2
	Всього лекційних занять по модулю 1	25	10
13	Модуль 2. Метод амонекс. Очищення палива. Альтернативні технології очищення газів від SO ₂ . Клаус та Аммонокс процеси. Межі застосування.	2	1
14	Утилізації відходів сіркоочищення. Характеристика відходів та межі їх використання.	2	1
15	Очищення газів от NO _x , технологічні методи. Пошарове спалювання. Низькоемісійні пальники.	2	1
16	Очищення газів от NO _x , каталітичні методи. Характеристика відновлюючих реагентів та їх властивості. Типи каталізаторів.	2	1
17	Очищення газів від оксиду вуглецю та сірководню. Характеристика процесів сорбції.	2	1
18	Очищення газів від діоксиду вуглецю. Водно та лужна сорбція.	2	1
19	Очищення газів розчинами етаноламінів. Властивості етаноламінів. Відновлювання поглинальних властивостей.	2	1
20	Характеристики промислових адсорбентів (активоване вугілля сілікагель). Відновлення поглинальних властивостей. Апаратурне оформлення процесу.	2	1
21	Очищення газів від летких органічних речовин з використання рідинних поглиначів. Відновлення поглинальних властивостей сорбентів шляхом застосування термічних методів та інертних газів.	2	1
22	Очищення газів від ЛОР з використанням твердих сорбентів. Криогенні процеси очищення газів від ЛОР. Пряма та непряма конденсація парів.	2	1
23	Очищення газів в псевдозрідженому стані (поліад-процес). Послідовні регенеративні процеси (використання активованого коксу).	3	1
24	Підсушка газів. Очищення від парів води. i-d	3	2

	діаграма. Межі застосування технології.		
	Всього лекційних занять по модулю 2	26	10

3.2 Лабораторні заняття

Таблиця 3.2 – Теми і зміст лабораторних занять

№	Назва теми та зміст лабораторних занять	Обсяг лабораторних занять, год.	Обсяг сам. роб., год.
1	2	3	4
1	Модуль 1. Визначення основних параметрів волого димового газу.	2	1
2	Визначення основних параметрів пилю в газових потоках.	2	1
3	Ознайомлення з методами визначення характеристик пилових забруднень.	2	1
4	Ознайомлення з методами визначення концентрації сполук сірки в промислових газових викидах.	2	2
	Всього лабораторних занять по модулю 1	8	5
5	Модуль 2. Ознайомлення з методами визначення концентрації сполук азоту в промислових газових викидах.	2	1
6	Ознайомлення з типами та характеристиками масообмінних насадок. Визначення меж їх застосування.	2	1
7	Ознайомлення з кресленнями технологічних схем енергетичного обладнання та шляхи розташування газоочисного обладнання в газових потоках.	2	1
8	Очищення газових викидів за рахунок їх сорбції суспензією вапняку.	3	2
	Всього лабораторних занять по модулю 2	9	5

3.3 Практичні заняття

Таблиця 3.3 – Теми і зміст практичних занять

№	Назва теми та зміст практичних занять	Обсяг практичних занять, год.	Обсяг сам. роб., год.
1	2	3	4
1	Модуль 1. Розрахунок розповсюдження забруднень в атмосфері.	2	1
2	Матеріальні баланси виділення пилю та його	2	1

	розповсюдження.		
3	Принцип розрахунку апаратів очищення газів від пилу.	2	1
4	Розрахунок рівноваги в розчинах поглиначів.	2	1
5	Матеріальний баланс виділення SO ₂ та очищення газів від SO ₂ .	3	1
6	Принцип розрахунків розпилювальних сумішей.	3	1
7	Розрахунок каталітичних реакторів очищення газів від NO _x .	3	2
	Всього практичних занять по модулю 1	17	8
8	Модуль 2. Розрахунки очищення газів від ЛОР.	2	1
9	Розрахунок осушки газів.	2	1
10	Розрахунок апаратів по очищенню газів від діоксиду сірки.	2	1
11	Розрахунок апаратів по очищенню газів від пилу.	2	1
12	Розрахунок апаратів по очищенню газів від оксидів азоту.	2	1
13	Принцип проектування сіркоочисного обладнання.	2	1
14	Принцип розрахунків сушилок.	2	2
15	Принцип розрахунків в проектах по очищенню газів від ЛОР.	3	2
	Всього практичних занять по модулю 2	17	8

3.4 Курсове проектування

Виконується курсовий проект на тему "Очищення промислових газових викидів" для підприємств відповідної галузі промисловості:

- теплоенергетичної – очищення газових викидів від пилу та діоксиду сірки мокрим або напівсухим методом;

- хімічної – очищення газових викидів від пилу та сполук азоту.

В проекті обґрунтовується вибрана технологія очищення та розраховуються основні апарати які використовуються для очищення газових викидів. Графічна частина проекту включає креслення електро- або рукавних фільтрів для очищення газів від пилу, адсорберів для очищення газів від діоксиду сірки або реакторів для очищення газів від оксидів азоту, схему матеріальних потоків.

Мета курсового проекту:

1. Навчити студентів вибору технології очищення промислових газових викидів від забруднень різного ступеню дисперсності.

2. Навчити студентів методам розрахунку і конструювання апаратів для очищення газових викидів.

3. Навчити студентів методам розрахунку матеріальних потоків в основних технологічних процесах та в системах очищення промислових газових викидів.

Вихідні дані для проектування студент одержує відповідно його номеру в списку групи.

Приблизний обсяг пояснювальної записки 40-45 сторінок, графічної частини – два аркуші формату А1 та один аркуш формату А2.

Таблиця 3.4 – Теми і зміст занять з курсового проектування

№	Назва теми та зміст занять з курсового проектування	Обсяг занять з курсового проектування, год.	Обсяг сам. роб., год.
1	2	3	4
1	Розрахунок кількості газів та концентрації забруднень.	2	2
2	Матеріальний та тепловий баланс.	2	2
3	Аналіз різноманітних технологій очищення газів та вибір кращої технології з урахуванням економічних та технічних показників.	2	2
4	Обґрунтування використання тих чи інших реагентів.	2	2
5	Розрахунок основних елементів технологічної схеми (розрахунок апаратів, вибір обладнання, розрахунок діаметрів трубопроводів та інше).	2	2
6	Розрахунок кількості вторинних забруднень – відходів процесу очищення.	2	3
7	Утилізація відходів.	2	3
8	Економічні показники процесу очищення.	3	3
	Всього	17	29

3.5 Самостійна робота студентів

Самостійна робота студентів складається з самостійного повторення лекційного матеріалу при підготовці до практичних і лекційних занять, роботи з нормативною та періодичною літературою. Обсяг самостійної роботи наведено в табл. 3.1, 3.2, 3.3, 3.4.

4 ЗАСОБИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

4.1 Види контролю

Основні контрольні заходи:

- поточний контроль;
- підсумковий (семестровий) контроль – іспит;
- контроль знань з вивченої дисципліни.

4.2 Перелік типових завдань до 1-го модульно-рейтингового контролю знань студентів

1. Джерела забруднення атмосфери пилом.
2. Яка роль пилу в атмосфері.
3. Небезпека забруднення пилом.
4. Методи очищення викидів від пилу.
5. Коридорні апарати та їх використання.
6. Циклони, мультициклони та межі їх використання.
7. Шляхи підвищення ефективності циклонів.
8. Сухі електрофільтри.
9. Мокрі електрофільтри.
10. Які сили діють на завислу частину пилу в електричному полі.
11. Шляхи підвищення ефективності електрофільтрів.
12. Корона, пробій, переполюсовка.
13. Рукавні фільтри.
14. Конструкція та типи фільтруючих середовищ.
15. Вплив різноманітних факторів на ефективність роботи рукавних фільтрів.
16. Шляхи підвищення ефективності роботи рукавних фільтрів.
17. Розрахунок рукавних фільтрів.
18. Конструктивні особливості фільтрів.
19. Мокрі скрубери.
20. Межі використання різних систем очищення газів від пилу.
21. Сухий, адитивний метод.
22. Межі використання та ефективність методу.
23. Шляхи підвищення ефективності адитивного методу.
24. Метод Lifac.
25. Реагенти, які використовуються в сухому методі. Переваги та недоліки різних реагентів.
26. Закон Генрі та його використання в розрахунках десульфуризації.
27. Кислотні дощі, їх причини та наслідки.
28. Мокра вапнякова технологія очищення газів (МВТОГ).
29. Для чого використовують зависнення крапель поглинача. Обґрунтування рН поглинача.

30. Конструктивні особливості технології.
31. Матеріальні потоки МВТОГ.
32. Яким чином регулюється температура газів та з якою метою знижується температура.
33. Шляхи переробки рідини – відходу процесу МВТОГ.
34. Як виконується окислення сульфїту кальцію та з якою метою здійснюється підкислення розчину поглинача.
35. Склад відходів МВТОГ та їх використання.
36. Прескрубери та їх характеристика.
37. Напівсуха технологія очищення газів (НСТОГ).
38. Межі використання напівсухої технології та її ефективність.
39. Переваги та недоліки напівсухої технології.
40. Які фактори впливають на ефективність напівсухої технології.
41. Обґрунтування технологічної схеми НСТОГ.
42. Матеріальні потоки НСТОГ.
43. Використання відходів НСТОГ.
44. Розподільчі пристрої для сорбентів.
45. Де використовуються закони Фіка та Фур'є при розрахунках напівсухої технології.
46. Метод Веллман-Лорд.
47. Межі використання методу Веллман-Лорд. Його переваги та недоліки.
48. Характеристика процесу сорбції в методі Веллман-Лорд.
49. Характеристика процесу регенерації поглинача.
50. Прескрубер та переробка рідких відходів в процесі Веллман-Лорд.
51. Відходи процесу Веллман-Лорд та їх переробка.
52. Сумація дії викидів забруднень та розрахунок ГДК.
53. Технологічні методи денітрифікації. Межі їх використання.
54. Ефективність використання пошарового спалювання.
55. Низько емісійні пальники.
56. Некаталітичне відновлення NO_x .
57. Реагенти-відновники для некаталітичного відновлення. Реакції. Переваги та недоліки реагентів.
58. Технологічне оформлення некаталітичного відновлення.
59. Каталітичне відновлення NO_x .
60. Типи каталізаторів.
61. Умови процесу відновлення NO_x .
62. Розміщення каталітичних реакторів в технологічній схемі.
63. Переваги та недоліки різних каталізаторів.
64. Реакції відновлення NO , NO_x та витрата реагентів.
65. Характеристика реагенту для відновлення NO_x та реагентне господарство.
66. Розміщення реакторів відновлення NO_x в технологічному потоці газів.
67. Склад каталізаторів та призначення різноманітних складових добавок.
68. Технологічні умови відновлення. Рекуперація теплоти газів.

69. Межі використання різних методів денітрифікації.
70. Характеристика відновників: аміаку, карбаміду, природного газу. Переваги та недоліки різних відновників.
71. Обґрунтуйте небезпеку надлишку відновника в некаталітичному процесі.

4.3 Перелік типових завдань до 2-го модульно-рейтингового контролю знань студентів

1. Абсорбційні методи очищення газових викидів від ЛОР.
2. Характеристика абсорбентів, які використовуються для очищення газових викидів від ЛОР.
3. Охарактеризуйте складові технологічної схеми абсорбційного очищення газів від ЛОР.
4. Адсорбційна технологія очищення газів від ЛОР.
5. Методи регенерації адсорбентів при очищенні газів від ЛОР.
6. Типи адсорбентів для очищення газів.
7. Характеристика адсорбентів та складових частин систем адсорбентного очищення газів.
8. Конденсаційні методи очищення газів від ЛОР. Пряма конденсація.
9. Апаратурне оформлення процесу очищення газів від ЛОР активованим вугіллям.
10. Конденсаційні методи очищення газів від ЛОР. Непряма конденсація.
11. Кріогенна температурна конденсація очищення газів від ЛОР.
12. Очищення газових викидів від ЛОР в замкнутому контурі.
13. Вплив технологічних умов на ступінь очищення газів від ЛОР.
14. Використання мембранних методів для очищення газів від ЛОР.
15. Комбінація газопроникних мембран та конденсаційних методів.
16. Характеристика мембран для очищення газів від ЛОР.
17. Спалювання відходів ЛОР.
18. Характеристика різних схем спалювання ЛОР.
19. Використання термореакторів для нейтралізації викидів ЛОР.
20. Каталітичне спалювання ЛОР.
21. Біологічні методи нейтралізації викидів, забруднених ЛОР.
22. Використання скрубєрів для біологічного очищення газів від ЛОР.
23. Використання біологічних фільтрів для очищення газів від ЛОР.
24. Абсорбційні методи очищення газів від ЛОР.
25. Адсорбційна технологія очищення газів від ЛОР.
26. Типи адсорбентів для очищення газів.
27. Очищення технологічних газів від оксиду вуглецю (мідноаміачне очищення).
28. Миш'яково-содовий спосіб очищення газів від сірководню.
29. Очищення газів від H_2S на активованому вугіллі.
30. Очищення газів від H_2S сорбентами на основі окислів заліза.
31. Очищення газів від H_2S сорбентами на основі болотної руди.

32. Очищення газів від H_2S на синтетичних цеолітах.
33. Очищення газів від CO_2 розчинами лугу.
34. Етаноламінний метод очищення газів від CO_2 .
35. Очищення газів від CO_2 водною сорбцією.
36. Властивості етаноламінів.
37. Технологічне оформлення процесу очищення газів етаноламінами.
38. Очищення природного газу від H_2S .
39. Технологічне оформлення процесу водного очищення від CO_2 .
40. Очищення газів від CO методом каталітичної взаємодії з водяним паром.
41. Основи адсорбційних методів очищення газів.
42. Межі використання різних ізотерм сорбції.
43. Динаміка процесу адсорбції.
44. Характеристика промислових адсорбентів.
45. Каталітичні методи очищення газів.
46. Очищення димових газів від SO_2 з використанням в якості поглинача морської води.
47. Фізико-хімічні властивості етаноламінів.
48. Очищення газових викидів від ртуті на ТЕС.
49. Токсичні властивості ртуті.
50. Розрахунок об'єму сорбенту з використанням коефіцієнтів швидкості обміну.
51. Фізична абсорбція та її використання.
52. Хімічна абсорбція та її використання.
53. Очищення газових викидів від ртуті за допомогою MnO_2 .
54. Очищення газових викидів від ртуті за допомогою хлорного вапна та хлору.

4.4 Перелік типових завдань до іспиту

До семестрового контролю – іспиту винесені питання: 1-го та 2-го модульно-рейтингового контролю знань.

5 ПЕРЕЛІК НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ І НАВЧАЛЬНИХ ПОСІБНИКІВ

5.1 Основна та додаткова література

Основна:

1. П.А. Коузов, В.Д. Епрятин, А.П. Коузов «Пылеулавливание в химической промышленности». Ленинград, 1976.
2. Emission control of SO₂, NO_x and VOG at station by Sources in the federal republic of Germany D. Breihoter, A. Mielenz, O. Rentz. Karlsruhe, 1991, 361 p.
3. Э.А. Васильев, Л.Н. Брагинский, О.М. Тодес. «Расчеты аппаратов», 1990, ВШ, 520 с.
4. Н.П.Смирнов, А.И. Волжинский. Химические реакторы в примерах и задачах». Ленинград, 1986, 224 с.
5. О.С. Балабенов, Л.М. Балтабаев «Очистка газов в химической промышленности». Москва. Химия, 1991, 255 с.

Додаткова:

1. А.М. Владимиров, Ю.И. Ляхин, Л.Г. Матвеев, В.Г. Орлов «Охрана окружающей среды». Ленинград. Гидромстеоиздат, 1991, 425 с.
2. А.М.Кутепов и др. «Общая химическая технология». Москва, ВШ, 1985.