

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет технологій і дизайну
Кафедра хімії та хімічної інженерії



ЗАТВЕРДЖУЮ
Оксана факультету Технологій і дизайну
Тетяна ІВАНІШЕНА
29 серпня 2024 р.

СИЛАБУС

Навчальна дисципліна: Інноваційні адсорбційні і каталітичні технології

Освітньо-професійна програма: Хімічні технології та інженерія

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Загальна інформація

Позиція	Зміст інформації
Викладачі	Бойко Оксана Георгіївна
Профайл викладача	https://xti.khmn.edu.ua/bojko-oksana-georgiyivna/
E-mail викладача	boikoOk@khmn.edu.ua
Контактний телефон	за домовленістю
Сторінка дисципліни в ІСУ	https://msn.khmn.edu.ua/course/view.php?id=9611
Консультації	Очні: відповідно до графіка, встановленого кафедрою Онлайн: за необхідністю та попередньою домовленістю

Характеристика дисципліни

Статус дисципліни	Форма навчання	Загальний обсяг		Кількість годин						Курсовий проєкт	Курсова робота	Форма семестрового контролю	
		Кредити ЄКТС	Години	Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента	Самостійна робота, в т.ч. ІРС			залік	іспит
				Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття						
В	Д	4	120	54	18	36	-	-	66	-	-	+	-

Анотація дисципліни

Дисципліна «Інноваційні адсорбційні і каталітичні технології» є вибірковою дисципліною, і займає одне з провідних місць у підготовці бакалаврів зі спеціальності «Хімічні технології та інженерія» яка вивчає основні закономірності вибору адсорбентів-каталізаторів; існуючі та інноваційні технології та способи виробництва каталізаторів; методи дослідження основних характеристик адсорбентів-каталізаторів; застосування адсорбентів-каталізаторів в різних промислових процесах.

Мета і завдання дисципліни

Мета дисципліни Формування особистості фахівця, здатного володіти методами оцінки властивостей сорбентів та каталізаторів, особливостей їх вибору і застосування у різних промислових галузях, інноваційних шляхів вдосконалення адсорбентів-каталізаторів з використанням сучасних технологій.

Завдання дисципліни. Формування загальних та спеціальних компетентностей щодо уміння аналізувати та обирати адсорбенти і каталізатори; ідентифікувати типи каталізаторів-адсорбентів та оцінювати рівень небезпеки; надавати інженерну оцінку технологічних умов використання адсорбентів-каталізаторів.

Очікувані результати навчання Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни вміє обирати адсорбенти і каталізатори для очищення стічних вод різного походження, промислових газових і рідких викидів, рекуперації з них цінних компонентів, а також підбирати найбільш ефективні адсорбенти і каталізаторів, придатні до роботи за даних технологічних умов. Застосовувати концепції сучасних теорій

хімічних процесів та хімічної інженерії при проведенні наукових досліджень та створенні інновацій; реалізації технології неорганічних, електродних матеріалів та підготовки/очищення води із урахуванням захисту обладнання від корозії.

Тематичний і календарний план вивчення дисципліни

№ тижня	Тема лекції	Тема лабораторного заняття	Самостійна робота студента		
			зміст	год.	література
1	2	3	4	5	6
1-2	Роль адсорбційних та каталітичних процесів у хімічній технології, особливості структури, фізико-хімічних властивостей та умов використання адсорбентів-каталізаторів. Визначення адсорбції. Адсорбент, адсорбтив, адсорбат. Надлишкова або Гіббсівська адсорбція, абсолютна та питома адсорбція. Фізико-хімічні основи та особливості фізичної адсорбції. Фізико-хімічні основи та особливості хімічної адсорбції	Синтез активного вугілля.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 1) підготовка до виконання ЛР 1	7	[1] с.7-25; [2] с.7-30; [3] с.7-30. [3] с.139-144
3-4	Технологія виробництва та застосування адсорбентів. Вугільні адсорбенти, технологія їх виробництва (вироблення вугілля, торф та торф'яний напівкокс; рослинна та тваринна сировина: солома, тростинна, рисова та соняшникова шкарлупа, кукурудзяні качани, шкарлупа горіхів та кісточки плодів, шкіра, вовна, м'ясо, кров та кістки тварин, риба, морські водорості; синтетичні полімери, гідратцелюлозне волокно, відходи целюлозно-паперової, гідролізованої та цукрової промисловості тощо).	Визначення сумарного об'єму пор та граничного об'єму адсорбційного простору адсорбента рослинного походження.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 2) підготовка до виконання ЛР 2	8	[1] с.46-128; [3] с.36-75. [3]с.144-150.
5-6	Технологія виробництва та застосування адсорбентів. Сфери застосування вугільних сорбентів (хімічна промисловість, водоочищення, медицина, фармацевтична промисловість, екологізація виробництва). Технологічна схема установки синтезу активованих з рослинної сировини (кукурудзяні качани, стебла з листям, листя та рильця сорту цукрової кукурудзи та буряковий жом). УЗ-обробка вугільних адсорбентів як спосіб їх активації.		Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 3) підготовка до захисту ЛР1	7	[1] с.48-55; [3] с.77-137; [3] с.157-163.
7-8	Технологія виробництва та застосування адсорбентів. Технологія застосування цеолітів, як адсорбентів сучасних каталізаторів. Основні типи промислово використовуваних	Вивчення властивостей поверхні адсорбенту рослинного походження.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 4) підготовка до виконання ЛР3. Підготовка до захисту ЛР 2,	7	[1] с.56-85; [3] с.203-220;. [3] с.163-168.

	цеолітів.				
9-10	Технологія виробництва та застосування каталізаторів. Технології одержання каталізаторів методами осадження з розчинів. Технології приготування розчинів солей металів, рН осадження солей металів. Метод прямого осадження, метод зворотного осадження твердої фази з розчинів. Золь-гель метод одержання каталізаторів. Основи гідротермального синтезу	Методи випробовування адсорбентів.	підготовка до виконання ЛР 4 . Підготовка до захисту ЛР 3.	7	[1] с. 87-117; с. 182-211; [3] с.150-157
11-12	Технологія виробництва та застосування каталізаторів. Метод темплатного синтезу. Використання гідротермального та золь-гель методу для приготування наноструктурних каталізаторів. Метод Печіні (цитратний золь-гель синтез). Хімічні технології виробництва металоксидних каталізаторів на основі TiO_2 , ZrO_2	Дослідження об'ємів пор та питомої площі поверхні активного вугілля.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 6), підготовка до виконання ЛР5. Підготовка до захисту ЛР 4.	8	[1] с. 120-131; с. 214-224; [3] с. 179-184.
13-14	Технологія виробництва та застосування каталізаторів. Технологія приготування каталізаторів з газової фази методом CVD, PVD. Технологічні характеристики методу CVD і PVD (тип газу-носія, швидкість потоку, конструкційні особливості печі). Приготування каталізаторів заданої морфології. Синтез вуглецевих нанотрубок (ВНТ) (нанотрубки, фулерени). Каталітичний синтез вуглецевих нанотрубок. Парофазна епітаксія. Клонування ВНТ з контрольованою хіральностю. Перспективи застосування ВНТ..	Одержання $\gamma-Al_2O_3$ золь-гель методом. Приготування каталізатора методом просочення.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 7) підготовка до виконання ЛР 6. Підготовка до захисту ЛР 5.	8	[1] с.133-143; с. 227-335; [5] с.30-38
15-16	Технологія виробництва та застосування каталізаторів. Природні матеріали та їх активація (боксит, кізельгур, залізняк, глини – бентоніт, каолініт, монтморилоніт). Виготовлення каталізаторів методом плавлення. Металеві, оксидні, скелетні каталізатори. Технології інженерної ензимології. Технології застосування ферментів в паперовому виробництві.		Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 8) підготовка до захисту ЛР 6; підготовка до виконання ЛР 7	7	[1] с.145-180; с. 235-242.
17-18	Специфіка технології застосування адсорбентів-каталізаторів в системах	Одержання змішаного металоксидного каталізатора методом гетерогенного	Підготовка до захисту ЛР 7. Підготовка до підсумкового контролю	7	[4] с.29-95; [3] 4 с.179-199.

<p>очищення газових та рідких викидів. Технологія очищення розчинів від органічних поліюгантів фотокаталізаторами. Основи створення безвідходних технологій з використанням наноструктурних матеріалів як фотокаталізаторів. Дослідження структури адсорбентів-каталізаторів. Методи визначення макроструктури, площі поверхні, пористості адсорбентів-каталізаторів. Об'ємний метод визначення поверхні. Схема установки для визначення поверхні об'ємним методом. Хроматографічний метод визначення поверхні. Адсорбційний метод визначення радіуса пор при виробництві.</p>	<p>осадження з розчинів солей.</p>			
---	------------------------------------	--	--	--

Примітка: Лекції і лабораторні роботи проводяться раз у два тижні по дві години (чисельник чи знаменник відповідно до розкладу занять).

Політика дисципліни

Організація освітнього процесу в Університеті відповідає вимогам положень про організаційне і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу, освітній програмі та навчальному плану. Студент зобов'язаний відвідувати лекції і лабораторні заняття згідно із розкладом, не запізнюватися на заняття, домашні завдання виконувати якісно і відповідно до графіка.

Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті. Пропущене лабораторне заняття студент зобов'язаний відпрацювати в лабораторіях кафедри у встановлений викладачем термін, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі.

Здобувачі вищої освіти при вивченні дисципліни можуть користуватись як наявним в аудиторіях кафедри комп'ютерним обладнанням, так і власними пристроями (ноутбуками, планшетами, смартфонами). Власними пристроями можна користуватися як для роботи в системі Модульного середовища, так і для доступу до зовнішніх інформаційних ресурсів, які необхідні для виконання лабораторних робіт та пов'язаних із ними, власних завдань кваліфікаційної роботи.

Лабораторні роботи виконуються індивідуально або групами, згідно з варіантами, що представлені у методичних вказівках до лабораторних робіт. У разі наявності плагіату (спроба представити до захисту лабораторну роботу іншого варіанту) здобувач вищої освіти отримує незадовільну оцінку і має повторно виконати лабораторну роботу згідно із його варіантом.

Порядок зарахування результатів навчання, здобутих у неформальній (інформальній) освіті здійснюється згідно Положення про порядок визнання та зарахування результатів навчання здобувачів вищої освіти у Хмельницькому національному університеті (<https://khmnu.edu.ua/polozhennya/>)

Критерії оцінювання результатів навчання

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за інституційною **чотирибальною** шкалою відповідно до Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих **позитивно** з урахуванням коефіцієнта вагомості. Вагові коефіцієнти змінюються залежно від структури дисципліни і важливості окремих видів її робіт.

Поточний контроль здійснюється під час лекційних та лабораторних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочою програмою і графіком навчального процесу. Оцінка, яка виставляється за лабораторне заняття, складається з таких елементів: усне опитування студентів перед допуском до виконання лабораторної роботи; знання теоретичного матеріалу з теми; якість оформлення протоколу; вільне володіння студентом спеціальною термінологією і уміння професійно обґрунтувати прийняті рішення; своєчасний захист лабораторної роботи.

При цьому використовуються методи поточного контролю: усне опитування перед допуском до лабораторного заняття; захист лабораторних робіт; тестовий контроль теоретичного матеріалу з теми.

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС встановлюється в автоматичному режимі після внесення викладачем усіх оцінок до електронного журналу.

Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів денної форми навчання у 2 семестрі за ваговими коефіцієнтами

Аудиторна робота							Самостійна, індивідуальна робота		Семестровий контроль, залік
Практичні заняття №							Тестовий контроль:		Підсумковий контрольний захід За рейтингом
1	2	3	4	5	6	7	ТК ₁	ТК ₂	
ВК*:							0,7		0,3

Умовні позначення: ВК – ваговий коефіцієнт, ТК – тестовий контроль.

Оцінювання тестових завдань

Тематичний тест для кожного студента складається з п'ятнадцяти тестових завдань, кожне з яких оцінюється одним балом. Максимальна сума балів, яку може набрати студент, складає 15

Співвідношення правильних відповідей (%) і оцінки за тест

Оцінювання здійснюється за **чотирибальною** шкалою. Відповідність набраних балів за тестове завдання оцінці, що виставляється студенту:

Сума балів за тестові завдання	6-8	9-11	12-14	15
Оцінка за 4-бальною шкалою	2	3	4	5

На тестування відводиться 20 хвилин. Студент може пройти тестування в он-лайн режимі у Модульному середовищі для навчання. При отриманні негативної оцінки тест слід перездати до терміну наступного контролю.

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС встановлюється в автоматизованому режимі після внесення викладачем усіх оцінок до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені у таблиці.

Оцінка ЄКТС	Інституційна інтервальна шкала балів	Інституційна оцінка, критерії оцінювання		
A	4,75–5,00	5	Зараховано	Відмінно – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навичок
B	4,25–4,74	4		Добре – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками
C	3,75–4,24	4		Добре – в загальному правильна відповідь з двома трьома суттєвими помилками
D	3,25–3,74	3		Задовільно – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією
E	3,00–3,24	3		Задовільно – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00–2,99	2	Незараховано	Незадовільно – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00–1,99	2		Незадовільно – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни

Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Залік виставляється, якщо середньозважений бал, який отримав студент з дисципліни, знаходиться в межах від 3,00 до 5,00 балів. При цьому за інституційною шкалою ставиться оцінка «зараховано», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом кількості балів відповідно до таблиці Співвідношення.

Питання для підсумкового контролю з дисципліни

1. Явище адсорбції. Види адсорбційних взаємодій.

2. Фізична адсорбція і хемосорбція.
3. Адсорбція газів. Енергетичні параметри адсорбції.
4. Ізотерми адсорбції газів. Рівняння Генрі.
5. Ізотерма Фройндліха.
6. Теорія мономолекулярної адсорбції Ленгмюра.
7. Ступінчаста адсорбція.
8. Полімолекулярна адсорбція газів.
9. Теорія БЕТ.
10. Методи синтезу активного вугілля.
11. Сировина для отримання активного вугілля.
12. Способи модифікування активного вугілля.
13. Потенціальна теорія адсорбції Поляні.
14. Адсорбційний потенціал.
15. Рівняння адсорбції Дубініна-Радущкевича.
16. Структурно-морфологічні властивості адсорбентів.
17. Типи адсорбентів.
18. Високодисперсні адсорбенти і матеріали із внутрішньою і текстурованою пористістю.
19. Капілярна конденсація.
20. Теорія об'ємного заповнення мікропор.
21. Кінетика адсорбції газів.
22. Молекулярна адсорбція з розчинів.
23. Експериментальні методи визначення параметрів адсорбції.
24. Визначення питомої поверхні матеріалів за адсорбцією молекул речовин і за теплою змочування.
25. Йонообмінна адсорбція.
26. Адсорбенти для вилучення катіонів важких металів із водного середовища.
27. Вуглецеві адсорбенти.
28. Методи активації вуглецю
29. Темплатний синтез вуглецевих адсорбентів.
30. Вуглецеві молекулярні сита.
31. Адсорбційний метод очищення води.
32. Технологічні аспекти доочищення питної води з використанням вуглецевих адсорбентів.
33. Силікагель. Способи одержання силікагелю і його структурно-морфологічні характеристики.
34. Адсорбційні властивості аеродисперсного кремнезему.
35. Адсорбенти на основі хімічно модифікованого кремнезему.
36. Адсорбенти для еферентної медицини.
37. Адсорбція білків аеродисперсним кремнеземом.
38. Механізм лікувальної дії адсорбентів.
39. Пряма і опосередкована дія ентеросорбентів.
40. Фармакологічні властивості вуглецевих адсорбентів.
41. Энтеросорбенти на основі алюмосилікатних і глинистих матеріалів.
42. Энтеросорбенти на основі діоксиду кремнію і органосилоксанів.
43. Энтеросорбенти на основі біополімерів і синтетичних органічних полімерів.
44. Фотокаталізатори очищення розчинів від органічних політантів.
45. Принцип дії фотокаталізаторів.
46. Способи зменшення ширини забороненої зони для підвищення ефективності фотокаталізаторів.
47. Основи створення безвідходних технологій з використанням наноструктурних матеріалів як фотокаталізаторів.
48. Дослідження структури адсорбентів-каталізаторів.
49. Методи визначення макроструктури, площі поверхні, пористості адсорбентів-каталізаторів.
50. Об'ємний метод визначення поверхні.
51. Схема установки для визначення поверхні об'ємним методом.
52. Хроматографічний метод визначення поверхні.
53. Адсорбційний метод визначення радіуса пор.
54. Ртутна порометрія.
55. Визначення істинної та уявної щільності адсорбентів-каталізаторів.
56. Ртутна установка для визначення уявної щільності каталізаторів.
57. Визначення механічної міцності адсорбентів-каталізаторів.
58. Методи дослідження механічних властивостей адсорбентів-каталізаторів в статичних та динамічних умовах.
59. Метод темплатного синтезу.
60. Використання гідротермального та золь-гель методу для приготування наноструктурних каталізаторів.

Рекомендована література

Основна

1. Хімічна технологія каталізаторів та каталітичних процесів : навчальний посібник
А. Л. Концевой ; Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського 2018. – 183 с.
2. Теоретичні основи, технологія і обладнання адсорбційних процесів: навчальний посібник І. М. Іваненко ;
Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 36 с.
3. І.М. Іваненко, Т.А. Донцова, Ю.М. Феденко. Адсорбція, адсорбенти і каталізatori на їх основі. Нав.
посібник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 232 с
4. Металоксидні наноматеріали і нанокompозити екологічного призначення: монографія /
Тетяна Донцова ; Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2021. – 296 с.

Допоміжна

5. Сучасні методи синтезу і використання неорганічних матеріалів: Підручник Т. А. Донцова, О. І.
Янушевська, С. О. Кирий; КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2021. – 92 с.

Інформаційні ресурси

1. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: Режим доступу:
<https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=9611>
2. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: <http://library.khmnu.edu.ua/>