

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



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ІННОВАЦІЙНІ АДСОРБЦІЙНІ І КАТАЛІТИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Назва
 Галузь знань 16 – Хімічна інженерія та біоінженерія
 Спеціальність 161 – Хімічні технології та інженерія
 Рівень вищої освіти – Перший бакалаврський
 Освітньо-професійна програма – Хімічні технології та інженерія
 Обсяг дисципліни – 4 кредитів ЄКТС
 Статус дисципліни – вибіркова
 Факультет – Технологій і дизайну
 Кафедра – Хімії та хімічної інженерії

Форма навчання	Загальний обсяг дисципліни		Кількість годин					Курсовий проєкт	Курсова робота	Форма семестрового контролю	
			Аудиторні заняття				Самостійна робота, у т.ч. ІРС			Залік	Іспит
	Кредити ЄКТС	Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	Семінарські заняття					
Д	4	120	18	36	-	-	66	-	-	+	-
З	4	120	4	6	-	-	110	-	-	+	-

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми бакалавра Хімічні технології та інженерії за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерії

Робоча програма складена Оксана БОЙКО

Схвалена на засіданні кафедри хімії та хімічної інженерії

Протокол від 29 серпня 2024 р. № 1. Завідувач кафедри Ольга ПАРАСКА

Робоча програма розглянута та схвалена Вченою радою факультету Технологій і дизайну

Голова Вченої ради факультету Тетяна ІВАНІШЕНА

Пояснювальна записка

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 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.

Предмет дисципліни. «Інноваційні адсорбційні і каталітичні технології» розглядає роль адсорбційних і каталітичних процесів в хімічній технології, умови та методи використання адсорбентів-каталізаторів.

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.

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.

2) Структура залікових кредитів дисципліни

Назва розділу (теми)	Кількість годин, відведених на:					
	Денна форма			Заочна форма		
	Лекції	Лабораторні роботи	СРС	Лекції	Лабораторні роботи	СРС
Тема 1. Технологія виробництва та застосування адсорбентів.	8	22	42	2	2	60
Тема 2. Технологія виробництва та застосування каталізаторів.	10	14	24	2	4	50
РАЗОМ:	18	36	66	4	6	110

3) Програма навчальної дисципліни

3.1 Зміст лекційного курсу для студентів денної форми навчання

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
1	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	2

	особливості фізичної адсорбції. Фізико-хімічні основи та особливості хімічної адсорбції. Літ.: [1] с.7-25;[2] с.7-30; [3] с.7-30.	
2	Технологія виробництва та застосування адсорбентів. Вугільні адсорбенти, технологія їх виробництва (викопне 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, гідролізної та цукрової промисловості тощо). Літ.: [1] с.46-128; [3] с.36-75.	2
3	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.. Літ.: [1] с.48-55;[3] с.77-137	2
4	Технологія виробництва та застосування адсорбентів. Технологія застосування цеолітів, як адсорбентів сучасних каталізаторів. Основні типи промислово використовуваних цеолітів .Літ.: [1] с.56-85;[3] с.203-220.	2
5	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 Літ.: [1] с. 87-117; с. 182-211.	2
6	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 . Літ.: [1] с. 120-131; с. 214-224.	2
7	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.. Літ.: [1] с.133-143; с. 227-335; [5] с.30-38	2
8	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. Літ.: [1] с.145-180; с. 235-242.	2
9	Специфіка технології застосування адсорбентів-каталізаторів в системах очищення газових та рідких викидів. Технологія очищення розчинів від органічних полютантів 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. Літ.: [4] с.29-95.	2
Разом за семестр		18

Перелік оглядових лекцій для заочної форми навчання

Номер лекції	Перелік тем лекції, їх анотації	Кількість годин
1	Роль адсорбційних та каталітичних процесів у хімічній технології, особливості структури, фізико-хімічних властивостей та умов використання адсорбентів-каталізаторів. Технологія виробництва та застосування адсорбентів. Літ.: [1] с.7-25; [2] с.7-30; [3] с.7-30.	2
2	Технологія виробництва та застосування каталізаторів. Специфіка технології застосування адсорбентів-каталізаторів в системах очищення газових та рідких викидів. Літ.: [1] с.133-143; с. 227-335; [4] с.29-95; [5] с.30-38	2
Разом за семестр:		4

3.2.Зміст лабораторних занять

Перелік лабораторних занять для студентів денної форми навчання

№ п/п	Теми лабораторних занять	Кількість годин
1	Синтез активного вугілля. Літ.: [3] с.139-144.	6
2	Визначення сумарного об'єму пор та граничного об'єму адсорбційного простору адсорбента рослинного походження Літ.: [3]с.144-150.	6
3	Вивчення властивостей поверхні адсорбенту рослинного походження. Літ.: [3] с.157-163.	4
4	Методи випробовування адсорбентів. Літ.: [3] с.163-168.	4
5	Дослідження об'ємів пор та питомої площі поверхні активного вугілля. Літ.: [3] с.150-157.	6
6	Одержання γ -Al ₂ O ₃ золь-гель методом. Приготування каталізатора методом просочення. Літ.: [3] с. 179-184.	6
7	Одержання змішаного металоксидного каталізатора методом гетерогенного осадження з розчинів солей. Літ.: [3] 4 с.179-199.	4
Разом за семестр		36

Перелік лабораторних занять для студентів заочної форми навчання

№ п/п	Теми лабораторних занять	Кількість годин
1	Синтез активного вугілля. Літ.: [3] с.139-144.	3
2	Вивчення властивостей поверхні адсорбенту рослинного походження. Літ.: [3] с.157-163.	3
Разом за семестр		6

Звіт про виконання лабораторної роботи повинен включати:

- назву, мету та короткі теоретичні відомості з теми роботи;
- письмово оформлені результати проведених теоретичних або практичних завдань у вигляді визначень, таблиць, схем, графіків, розрахунків;
- висновки за результатами проведеної роботи, порівняння з вимогами нормативних документів, коментарі та власні пропозиції;
- оформлення протоколів випробування за запропонованим зразком.

3.3 Зміст самостійної (у т.ч. індивідуальної) роботи

Самостійна робота студентів усіх форм навчання полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу з відповідних джерел, підготовці до виконання і захисту лабораторних робіт, оформлення журналу лабораторних робіт, тестування з теоретичного матеріалу. Студенти заочної форми навчання виконують контрольну роботу. Виконання самостійної роботи дозволяє студентам поглибити свої знання з навчальної дисципліни.

Самостійна робота студента з дисципліни полягає у:

- опрацюванні теоретичного матеріалу (конспект лекцій, навчальна література);
- підготовці до аудиторних занять (лекцій, лабораторних);
- підготовці до усіх видів поточного контролю;
- тестування з теоретичного матеріалу.

Зміст самостійної роботи студентів денної форми навчання

Номер тижня	Вид самостійної роботи	Кількість годин
1-2	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР1.	7
3-4	Опрацювання теоретичного матеріалу, виконання ЛР1.	7
5-6	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР2 та захисту ЛР1.	7
7-8	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР3 та захисту ЛР2. Підготовка до здачі тестового контролю (ТК ₁).	8
9-10	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР4 та захисту ЛР3.	7
11-12	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР5 та захисту ЛР4.	7
13-14	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР6 та захисту ЛР5.	7
15-16	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР7 та захисту ЛР6. Підготовка до здачі тестового контролю (ТК ₂).	8
17-18	Опрацювання теоретичного матеріалу, захист ЛР7.	8
Разом за семестр:		66

4) Технології та методи навчання

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних технологій, зокрема:

Лекцій, практичних занять, самостійної роботи (підготовка до тестового контролю) і мають за мету – оволодіння студентами спеціальною термінологією і набуття ними практичних навичок з методів одержання та застосування каталізаторів і адсорбентів.

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 практичних робіт.

5) Методи контролю

Поточний контроль знань здобувачів освіти здійснюють під час аудиторних занять, опитуванням перед лабораторною роботою, при захисті лабораторних робіт, контрольних заходів (тестування). За результатами поточного контролю виставляють залік за семестр.

Видами поточного контролю є: експрес-опитування на лекційних заняттях, перевірка підготовки до виконання лабораторних робіт, тестування (у системі MOODLE). При виведенні остаточної оцінки враховують результати тестового контролю.

Процес оцінювання підготовленості студента можна розділити на такі етапи:

- перевірка знань і розуміння фізичної суті інформаційного мінімуму з курсу;
- вміння використати цей мінімум для вирішення практичних завдань;
- творчо проникнути в зміст інформації і вміти її розширити, тобто додати нові знання.

Визначальним критерієм позитивної оцінки знань є інформаційний рівень. Студент повинен не лише пам'ятати та відтворити заучене, а вміти творчо осмислити повний обсяг інформації.

Перший етап оцінювання направлений на визначення знань інформаційного мінімуму. Якщо студент твердо засвоїв визначену навчальним планом суму формальних знань, то це означає, що він вміє використати їх при вирішенні різних питань, пов'язаних з інноваційними і адсорбційними каталітичними технологіями.

При оцінюванні знань студентів використовують різні засоби контролю, зокрема: засвоєння теоретичного матеріалу перевіряють тестовим контролем (у модульному середовищі для навчання MOODLE); якість виконання, набуття теоретичних знань і практичних навичок перевіряється шляхом захисту лабораторних робіт.

6) Оцінювання результатів навчання студентів у семестрі

Оцінювання академічних досягнень здобувачів вищої освіти здійснюють відповідно до положення «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ». Кожний вид роботи оцінюють за чотирибальною шкалою і виставляється в електронному журналі обліку успішності. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих здобувачами вищої освіти позитивно, з урахуванням вагових коефіцієнтів. Вагові коефіцієнти залежать від структури дисципліни і важливості окремих видів її робіт, розраховують в автоматизованому режимі за відповідною програмою.

За лабораторне заняття виставляють оцінку, яка, складається з наступних складових: опитування студентів для отримання допуску до виконання лабораторної роботи; якість оформлення протоколу і графічної частини; знання теоретичного матеріалу, спеціальної термінології, умінь обґрунтовувати прийняті рішення, вчасне представлення результатів лабораторної роботи; захист лабораторної роботи для перевірки знання теоретичного матеріалу та висновків щодо досягнення мети лабораторної роботи. Захист лабораторних робіт відбувається у дні передбачені робочим планом. Пропущену лабораторну роботу здобувач вищої освіти відпрацьовує в лабораторії у встановлений викладачем термін. Засвоєння студентом теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюють тестовим контролем.

Оцінювання знань студентів здійснюють за такими критеріями:

Оцінка за національною шкалою	Узагальнений критерій
Відмінно	Студент глибоко і у повному обсязі опанував зміст навчального матеріалу, легко в ньому орієнтується і вміло використовує понятійний апарат; уміє пов'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, впевнено висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає грамотний, логічний виклад відповіді (як в усній, так і у письмовій формі), якісне зовнішнє оформлення роботи. Студент не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки. При відповіді допустив дві-три несуттєві похибки.
Добре	Студент виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних задач; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання закономірностей тощо. Відповідь студента має будуватися на основі самостійного мислення. Студент у відповіді допустив дві-три несуттєві помилки.

Задовільно	Студент виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь студента будується на рівні репродуктивного мислення, студент має слабкі знання структури курсу, допускає неточності і суттєві помилки у відповіді, вагається при відповіді на видозмінене запитання. Разом з тим набув навичок, необхідних для виконання нескладних практичних завдань, які відповідають мінімальним критеріям оцінювання і володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.
Незадовільно	Студент виявив розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекидає їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка "незадовільно" виставляється студенту, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення дисципліни.

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	
Лабораторні заняття №							Тестовий контроль:		Підсумковий контрольний захід За рейтингом	
1	2	3	4	5	6	7	ТК ₁	ТК ₂		
ВК*: 0,5							0,5			

*Умовні позначення: ВК – ваговий коефіцієнт; ТК – тестовий контроль, ІЗ – індивідуальне завдання.

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

Аудиторна робота		Самостійна, індивідуальна робота			Семестровий контроль, залік	
Лабораторні роботи №		Контрольна робота	Тестування		Підсумковий контрольний захід	
1	2		TK ₁	TK ₂	За рейтингом	
ВК*:	0,4	0,2	0,4		0	

*Умовні позначення: ВК – ваговий коефіцієнт; ТК – тестовий контроль.

Оцінювання тестових завдань

Тематичний тест для кожного студента складається з тестових завдань, Оцінювання здійснюється за чотирибальною шкалою.

Відповідність набраних балів за тестове завдання оцінці, що виставляється студенту, представлена у таблиці.

Співвідношення правильних відповідей (%) і оцінки за тест

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.

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.

Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

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

Залік виставляється, якщо середньозважений бал, який отримав студент з дисципліни, знаходиться у 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.

7) Питання для самоконтролю результатів навчання

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 Полянї.
14. Адсорбційний потенціал.
15. Рівняння адсорбції Дубініна-Радускевича.
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 теплотою

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. Ентеросорбенти на основі алюмосилікатних і глинистих матеріалів.
42. Ентеросорбенти на основі діоксиду кремнію і органосилоксанів.
43. Ентеросорбенти на основі біополімерів і синтетичних органічних полімерів.
44. Фотокаталізатори очищення розчинів від органічних поллютантів.
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.

8) Навчально-методичне забезпечення

Інноваційні адсорбційні і каталітичні технології: методичні рекомендації до лабораторних робіт для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / О.Г.Бойко/- Хмельницький, ХНУ, 2024.

9) 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 каталізатори на їх основі. Нав. посібник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 232 с

4. Металоксидні наноматеріали і нанокомпозити екологічного призначення: монографія / Тетяна Донцова ; Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2021. – 296 с.

Додаткова

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

10) Інформаційні ресурси

1. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmnmu.edu.ua/course/view.php?id=9611>.

Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: <http://library.khmnmu.edu.ua/>