



# СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ



## «Основи розробки електродних матеріалів»

Шифр та назва спеціальності	161 – Хімічні технології та інженерія	Факультет / Інститут	ННІ хімічних технологій та інженерії
Назва освітньо-наукової програми	Хімічні технології та інженерія	Кафедра	Технічна електрохімія

### ВИКЛАДАЧ



Тульський Геннадій Георгійович, [tgg@kpi.kharkov.ua](mailto:tgg@kpi.kharkov.ua)

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технічної електрохімії НТУ «ХПІ». Досвід роботи – 20 років. Автор понад 150 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Теоретична електрохімія», «Технологія, обладнання і проектування електрохімічних виробництв», «Електрохімічний синтез в хімічній технології», «Електрохімія гетерогенних систем»

### ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ДИСЦИПЛІНУ

Анотація	Дисципліна спрямована на опанування впливу матеріалу електроду на: механізм суміщених електродних процесів, особливості адсорбції на між фазній границі, діапазони потенціалів застосування обраного електродного матеріалу. Висвітлені: сучасні анодні і катодні матеріали; принципи розробки мало зношуваних анодів, особливості застосування електродів з об'ємно розвиненою поверхнею, газодифузійних електродів.
Мета та цілі	Сформувати уявлення про: вплив матеріалу електроду на механізм і кінетику електродного процесу, принципи розробки мало зношуваних анодів, електродів з об'ємно розвиненою поверхнею, газодифузійних електродів, Визначити закономірності керування простими і суміщеними електродними процесами в залежності від вибору матеріалу електроду.
Формат	Лекції, лабораторні роботи, консультації. Підсумковий контроль - іспит
Результати навчання	Вміти використовувати термодинамічний підхід до аналізу електродних процесів при проведенні наукових досліджень електрохімічних систем та процесів. Володіти методами визначення лімітуючої стадії електродного процесу, навичками застосування електрохімічних методів для вирішення практичних завдань.
Обсяг	Загальний обсяг дисципліни 150 год.: лекції – 20 год., лабораторні роботи – 30 год., самостійна робота – 100 год.
Пререквізити	Електрохімія гетерогенних систем, Методи дослідження електродних процесів

<b>Вимоги викладача</b>	Аспірант зобов'язаний відвідувати всі заняття згідно розкладу, не спізнюватися. Для виконання лабораторних робіт необхідно мати: лабораторний халат, лабораторний журнал. На кожне заняття аспірант одержує завдання для самостійної роботи, на початку кожного заняття перевіряється рівень засвоєння матеріалу, виділеного на самостійне вивчення. Аспірант повинен вміти опрацювати наукову інформацію, вміти її аналізувати, робити узагальнення та використовувати в контексті свого наукового дослідження. При пропуску лекційних занять студент повинен сам опрацювати матеріал. Рівень набутих результатів навчання визначається за результатами усної співбесіди за темою пропущеного заняття. При пропуску лабораторних занять, вони відпрацьовуються після одержання допуску викладача. Підсумковий контроль за навчальною дисципліною проводиться за розкладом. Особова присутність аспіранта обов'язкова.
-------------------------	--

## СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

<b>Лекція 1</b>	Конструкція електродів.	<b>Лабораторна робота 1</b>	Електродні матеріали в водневій реакції.	<b>Самостійна робота</b>	Вимоги к електродним матеріалам в технічній електрохімії.
<b>Лекція 2</b>	Графітові електроди.	<b>Лабораторна робота 2</b>	Електродні матеріали в кисневій реакції.		Умови анодної пасивації металевої основи MIA.
<b>Лекція 3</b>	Оксидно-металеві анодні матеріали.				Підвід струму і його розподіл по поверхні електроду.
<b>Лекція 4</b>	Платиновий анод.	<b>Лабораторна робота 3</b>	Суміщених електродні реакції на платиновому аноді.		Кінетика кисневої та хлорної реакції на графітовому електроді.
<b>Лекція 5</b>	Струмopідвід оксидно-металевого мало зношеного аноду (MIA).	<b>Лабораторна робота 4</b>	Суміщених електродні реакції на ОРТА, ОІРТА.		Кінетика кисневої та хлорної реакції на платиновому електроді.
<b>Лекція 6</b>	ОРТА, ОІРТА.				Кінетика кисневої та хлорної реакції на ОРТА, ОІРТА..
<b>Лекція 7</b>	Аноди з каталітичним покриттям з оксидів неблагородних металів.				Особливості будови анодів з каталітичним покриттям з оксидів неблагородних металів.
<b>Лекція 8</b>	Катоди в технічній електрохімії.	<b>Лабораторна робота 5</b>	Можливості деполяризації електродних процесів при застосуванні газодифузійного електроду.		Матеріал катоду для водневої реакції в залежності від рН розчину.
<b>Лекція 9</b>	Електроди з об'ємно розвиненою поверхнею.				Особливості застосування електродів з об'ємно розвиненою поверхнею.
<b>Лекція 10</b>	Газодифузійні електроди.				Особливості застосування газодифузійних електродів.

## ЛІТЕРАТУРА ТА НАВЧАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

Основна

1. Горбачов А.К. Технічна електрохімія. Ч.1: Електрохімічні виробництва хімічних продуктів: Підручник – Харків: Прапор, 2002. — 254 с.
2. Байрачний Б.І., Ляшок Л.В. Технічна електрохімія. Ч.4 Гідроелектрометалургія. Підручник. Харків: НТУ “ХПІ”, 2011р. – 496 с.
3. Якименко Г.Я. Устаткування електрохімічних виробництв: підручник. – Харків: НТУ “ХПІ”, 2008 р.
4. Conway B.E., et al., (eds.) Modern Aspects of Electrochemistry v.34 (Kluwer, 2002)(T)(296s)

Додаткова

1. Modern electrochemistry. Fundamentals of Electrodeics / John O'M Bockris, Amulya K. N. Reddy, Maria Gamboa-Aldeco / kluwer academic publishers, 2002. – 1528 p.
2. Ведей М.В., Сахненко М.Д. Каталітичні та захисні покриття сплавами і складними оксидами: електрохімічний синтез, прогнозування властивостей: монографія. – Харків: НТУ "ХПІ", 2010 р.
3. Байрачний Б.І., Тульский Г.Г., Штефан В.В., Токарева І.А. Технічна електрохімія: підручник у 5 ч. – Ч 5: Сучасні хімічні джерела струму, електроліз розплавів, електросинтез хімічних речовин. Харків: Вид-во НТУ “ХПІ”, 2016. – 272 с

## ПЕРЕЛІК ЗАПИТАНЬ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ІСПИТУ

Вимоги до матеріалу електроду в технічній електрохімії. Основні критерії вибору матеріалу електроду. Характеристика та складові частини металевого мало зношеного аноду (МІА). Умови анодної пасивації металевої основи МІА. Основні типи електродів. Конструктивні рішення електродів у умовах газовиділення. Підвід струму і його розподіл по поверхні електроду.

Фізичні і хімічні властивості вуглецевих електродних матеріалів. Адсорбційні і каталітичні властивості вуглецевих електродних матеріалів. Електрохімічні властивості вуглецевих електродних матеріалів у розчинах електролітів. Механізм електрохімічних каталітичних реакцій на вуглецевих електродних матеріалах (киснева реакція, хлорна реакція, реакції пероксиду водню, реакції пероксидних сполук неорганічних речовин, реакції органічних речовин). Модифікація вуглецевих електродних матеріалів.

Аноди на основі: оксидів платини, двооксиду свинцю, двооксиду олова, оксидів мангану, оксидів феруму, оксидів нікелю, оксидів кобальту.

Властивості та області застосування платинового аноду. Електрохімічна поведінка платини при анодній поляризації. Платиново-титановий анод (ПТА).

Поведінка ПТА у розчинах хлоридів. Поведінка ПТА у розчинах хлористо водневої та хлорної кислот. Поведінка ПТА у розчинах сульфатної кислоти.

Поведінка ПТА у лужних розчинах.

Характеристика металів, що використовуються як струмовідвід МІА. Електрохімічне окислення поверхні титану. Поведінка титану у розчинах сульфатної та хлористо водневої кислоти. Поведінка титану у лужних розчинах. Поведінка титану у розчинах хлоридів. Поведінка ніобію і танталу у розчинах хлоридів.

Склад і електрохімічні властивості ОРТА, ОІРТА. Поведінка ОРТА, ОІРТА у хлоридних розчинах. Поведінка ОРТА, ОІРТА у хлорид-хлоратних розчинах.

Поведінка ОРТА, ОІРТА у виробництві хлору і гідроксиду натрію. Поведінка ОРТА, ОІРТА у синтезах неорганічних і органічних речовин.

Перенапряга водневої реакції на металах. Метали з високою перенапрягою водневої реакції. Метали з високою адсорбцією водню. Вибір матеріалу катоду в залежності від умов проведення катодного процесу. Взаємодія матеріалу катоду з воднем.

## ПЕРЕЛІК ОБЛАДНАННЯ

Лабораторний практикум укомплектовано наступним устаткуванням: потенціостат-гальваностат Р-45Х, потенціостат-гальваностат МТех PGP-550М, обертовий дисковий електрод, рН-метр-мілівольтметр рН-150МА, джерела стабілізованого струму, цифрові вольт-амперометри, змішувач «Micromed», набір лабораторного посуду, персональні обчислювальні машини.

## СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ

Розподіл балів для оцінювання успішності аспіранта	Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	Нарахування балів
	90-100	A	відмінно	
	82-89	B	добре	
	74-81	C		
	64-73	D	задовільно	
	60-63	E		
	35-59	FX		
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни		

Бали нараховуються за наступним співвідношенням:

- лабораторні роботи: 40% семестрової оцінки;
- самостійна робота: 20% семестрової оцінки;
- іспит: 40% семестрової оцінки

## НОРМИ АКАДЕМІЧНОЇ ЕТИКИ

Аспірант повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при нерозв'язності конфлікту доводиться до співробітників відділу аспірантури.

Силабус за змістом повністю відповідає робочій програмі навчальної дисципліни