






СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ



«ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ МЕТОДІВ У ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ»

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	Технічної електрохімії

ВИКЛАДАЧІ

Тульський Геннадій Георгійович, <i>tgg@kpi.kharkov.ua</i>	Штефан Вікторія Володимирівна, <i>viktoria.shtefan@khi.edu.ua</i>	Майзеліс Антоніна Олександрівна, <i>a.maizelis@gmail.com</i>
 <p>Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технічної електрохімії НТУ «ХПІ». Досвід роботи – 23 роки. Автор понад 150 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Теоретична електрохімія», «Технічна електрохімія», «Електрохімічний синтез в хімічних технологіях».</p>	 <p>Доктор технічних наук, доцент, професор кафедри технічної електрохімії НТУ «ХПІ». Досвід роботи – 17 років. Автор понад 100 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Хімічний опір матеріалів та захист від корозії», «Теоретичні основи хімії рідкісних і розсіяних елементів», «Електрохімічне утворення металів та сплавів». Науковий керівник трьох к.т.н. та PhD.</p>	 <p>Доктор технічних наук, старший науковий співробітник кафедри технічної електрохімії НТУ «ХПІ». Досвід роботи – 7 років. Автор понад 180 наукових праць. Провідний лектор з дисципліни «Електрохімічні методи аналізу»</p>

ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ДИСЦИПЛІНУ

Анотація	Дисципліна спрямована на оволодіння теоретичних основ сучасних електрохімічних методів досліджень – потенціометрії, вольтамперометрії, імпедансної спектроскопії. Розглянуто взаємозв'язок та особливості окремих методів, обговорено їх можливості та обмеження, показано важлива роль методів досліджень електрохімічних систем у сучасній науці
Мета та цілі	Виробити у здобувача вищої освіти теоретичні уявлення та практичні навички щодо методики проведення електрохімічних досліджень з використанням сучасної техніки та узагальнення отриманих результатів в процесі наукової роботи
Формат	Лекції, лабораторні роботи, консультації, самостійна робота здобувача вищої освіти. Підсумковий контроль - іспит
Результати навчання	Планувати і проводити власні наукові дослідження електрохімічних систем та процесів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.
Обсяг	Загальний обсяг дисципліни 300 год.: лекції – 20 год., лабораторні роботи – 80 год., самостійна робота – 200 год. 3-й семестр

Пререквізити	«Теоретична електрохімія», «Технічна електрохімія»
Вимоги викладача	Аспірант зобов'язаний відвідувати всі заняття згідно розкладу, не спізнюватися. Дотримуватися етики поведінки. Для проходження дисципліни необхідно мати: лабораторний халат, лабораторний журнал. Працювати з навчальною та додатковою літературою, з літературою на електронних носіях і в Інтернеті. При пропуску лекційних занять проводиться усна співбесіда за темою. Відпрацьовувати лабораторні заняття при наявності допуску викладача. З метою оволодіння необхідною якістю освіти з дисципліни потрібно відвідуваність і регулярна підготовленість до занять. Без особистої присутності аспіранта підсумковий контроль не проводиться.

СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ

Лекції		Самостійна робота	
Лекція 1	Практичне застосування методів вольтамперометрії. Введення.	Лекція 6	Кінетика електродних процесів, ускладнених стадією кристалізації
Лекція 2	Вольтамперометрія неорганічних і комплексних сполук	Лекція 7	Вольтамперометричні дослідження фазового складу покриттів сплавами
Лекція 3	Вольтамперометрія органічних сполук	Лекція 8	Мікродугове окиснення
Лекція 4	Вольтамперометрія з хімічно-модифікованими електродами	Лекція 9	Імпедансна спектроскопія в корозійних дослідженнях
Лекція 5	Електрокаталіз на хімічно модифікованих електродах	Лекція 10	Імпеданс нерівноважних систем
Рівняння хронопотенціометричних кривих зворотнього електродного процесу Класифікація електродних процесів Кінетичні критерії механізмів за участю іон-радикалів Ознаки адсорбції на ЦВА Переваги та недоліки експериментальних методів визначення R_p Перша і друга форма Кауера сходової схеми Графоаналітичний метод визначення елементів ланцюга Метод еквівалентного багатополіюсника Рівняння імпедансу системи «метал-оксид-електроліт» Імпеданс реакції виділення водню Електрокристалізація сплавів при сумісному виділенні водню. Кінетика процесу двофазової електрокристалізації			

Лабораторні роботи

Лабораторна робота 1	Суміщені електродні процеси при високих анодних потенціалах	Лабораторна робота 6	Визначення кінетичних параметрів процесу електрокристалізації металів
Лабораторна робота 2	Кінетика відновлення кисню і виділення водню	Лабораторна робота 7	Метод стріппінг-вольтамперометрії для фазового аналізу сплавів
Лабораторна робота 3	Електрохімічне одержання водню пероксиду	Лабораторна робота 8	Мікродугове окиснення сплавів титану, алюмінію
Лабораторна робота 4	Катодні процеси в органічних розчинах	Лабораторна робота 9	Корозія алюмінію в хлоридних розчинах
Лабораторна робота 5	Анодні процеси у органічних розчинах	Лабораторна робота 10	Мікродугове окиснення сплавів цирконію

ЛІТЕРАТУРА ТА НАВЧАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

Основна

1. John O'M Bockris Modern electrochemistry. Kluwer academic publishers, New York, 2002. – 1534 с.
2. Кузнецов О. Импеданс моделей корозії металу з гомогенною і гетерогенною поверхнею // ФХММ, 2004. - №4, с.35-40.
3. Photoelectrochemical Solar Fuel Production Giménez S., Bisquert J. Springer – 2016, - 104 p.
4. Методичні вказівки до організації лабораторних, практичних занять та самостійної роботи за темою «Визначення швидкості корозії методом поляризаційного опору»/ Уклад. М.Д. Сахненко, В.В. Штефан, М.В. Ведь. – Харків: НТУ «ХПІ», 2007. – 48 с.
5. Методичні вказівки до організації самостійної роботи студентів за темою «Лінійна та циклічна вольтамперія: визначення механізму електродних реакцій» / Уклад. Н.Д. Сахненко, В.В. Штефан, М.В. Ведь.– Харків: НТУ «ХПІ», 2005. – 32 с.
6. Impedance spectroscopy, second edition, edited by Evgenij Barsoukov and J. Ross Macdonald ISBN 0-471-64749-7 Copyright © 2005 by John Wiley & Sons, Inc.
7. O.A. Farghaly, R.S. Abdel Hameed, Abd-Alhakeem H. Abu-Nawwas. Analytical application using modern electrochemical techniques // Int. J. Electrochem. Sci., 9 (2014) 3287 – 3318.
8. Newman J., Thomas-Alyea K. E. Electrochemical systems. John Wiley & Sons, 2012. – 647 p.
9. Milchev A. Electrocrystallization. Fundamentals of Nucleation and Growth, Springer, 2002. – 278 p.
10. Compton, Richard Guy, and Craig E. Banks. Understanding voltammetry. World Scientific, 2018.
11. Fuchigami, Toshio, Mahito Atohe, and Shinsuke Inagi. Fundamentals and applications of organic electrochemistry: synthesis, materials, devices. John Wiley & Sons, 2014.
12. Штефан В. В. Електрохімічні процеси в технології функціональних молібден- та вольфрамвмісних покриттів [Електронний ресурс] : дис. ... д-ра техн. наук : спец. 05.17.03 : галузь знань 16 / Вікторія Володимирівна Штефан ; наук. консультант Тульський Г. Г. ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків, 2019. – 361 с.
13. Майзеліс А. О. Електрохімічні функціональні покриття з мікро- і нанорозмірними Cu, Sn, Ni, Zn-вмісними шарами керованого фазового складу [Електронний ресурс] : дис. ... д-ра техн. наук : спец. 05.17.03 : галузь знань 16 / Антоніна Олександрівна Майзеліс ; наук. консультант Байрачний Б. І. ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків, 2020. – 508 с.

Додаткова

1. Corrosion of aluminum in contact with oxidized titanium and zirconium / V.V. Shtefan [et al.] // Mater. Sci. – 2016. – Vol. 51, Issue 5. P. 711 – 718.
2. Коррозионная стойкость конверсионных покрытий сплава Д16 / В.В. Штефан [et al.] // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ», 2006. – № 12. – С. 116 – 121.
3. Anodic dissolution of stainless steel in acid solutions / V.V. Shtefan [et al.] // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В. І. Вернадського. Сер. : Технічні науки. – 2019. – Т. 30 (69), № 2, ч. 2. – С. 136-141.
4. Electrochemical impedance spectroscopy investigations of steel corrosion in acid media in the presence of thiophene derivatives S. Ben Aoun, M. Bouklah, K.F. Khaled, B. Hammouti // Int. J. Electrochem. Sci., 11 (2016) 7343 – 7358.
5. Maizelis A. Quantitative Analysis of Chemical and Phase Composition of Zn– Ni Alloy Coating by Potentiodynamic Stripping / A. Maizelis, Z. Kolupaieva // Electroanalysis. – 2021. – V. 33. – P. 515-525.

ПЕРЕЛІК ЗАПИТАНЬ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ІСПИТУ

Класифікація методів потенціометрії. Мембрані іонселективні електроди. Потенціометричне титрування. Експериментальні методи потенціометричного титрування. Електродні процеси, контрольовані дифузією. Електродні процеси, контрольовані швидкістю переносу заряду. Характеристичні критерії ЛВА та ЦВА. Переваги та недоліки гравіметричного методу та методу поляризаційного опору. Рівняння силу струму корозії. Експериментальне визначення константи В. Застосування методу поляризаційного опору для моніторингу корозії. Елементи схеми імпедансу Ешлера-Рендлса. Елементи схеми імпедансу Фрумкіна-Мелік-Гайказян. Діаграми Боде. Теорії Фольмера та Эрдей-Груза, Терска та Фляйшмана, Шаріфкера та Хиллса. Миттева та прогресуюча нуклеація при кінетичних та дифузійних утрудненнях. Рівняння електрохімічної кінетики при формування 2D та 3D зародків.

ПЕРЕЛІК ОБЛАДНАННЯ

Лабораторний практикум укомплектовано наступним устаткуванням: потенціостат-гальваностат Р-45Х, потенціостат-гальваностат Р-45Х з модулем FRA, система IPC-pro-FRA, потенціостат PGP 550 M, мікротвердомір ПМТ-3, рН-метр-мілівольтметр рН-150МА, змішувач «Micromed», стабілізовані джерела струму, цифрові вольтамперометри, набір лабораторного посуду.

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	

Бали нараховуються за наступним співвідношенням:

- лабораторні роботи: 20% семестрової оцінки;
- самостійна робота: 20% семестрової оцінки;
- іспит: 60% семестрової оцінки

60-63	E	
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

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