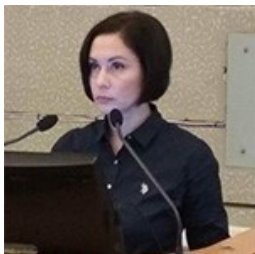


## «Хімічний опір матеріалів»



Факультет/Інститут	ННІ хімічних технологій та інженерії
Кафедра	Технічної електрохімії
Спеціальність	161 Хімічні технології та інженерія
Спеціалізація	161-03 Технічна електрохімія
Освітньо-наукова програма	Хімічні технології та інженерія

## ВИКЛАДАЧ



**Штефан  
Вікторія Володимирівна,**  
shtefan@kpi.kharkov.ua

- Доктор технічних наук, доцент, професор кафедри технічної електрохімії НТУ «ХП». Досвід роботи – 15 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»

- <https://scholar.google.com.ua/citations?user=E6MekpEAAAAJ&hl=ru>
- <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?origin=resultslist&authorId=25029308400&zone=>

## ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ДИСЦИПЛІНУ

## Анотація

Дисципліна спрямована на оволодіння теоретичних основ сучасних уявлень корозійних процесів в умовах експлуатації.

## Мета та цілі

Метою викладання дисципліни є теоретичні основи корозійних процесів, що перебігають на межі розділу фаз метал - агресивне середовище.



## Формат

Лекції, практичні заняття, консультації. Підсумковий контроль - іспит

## Результати навчання

Здатність продемонструвати знання і розуміння концепцій, принципів і теорій, що належать до хімічного опору матеріалів та захисту матеріалів і обладнання від корозії

## Обсяг

Загальний обсяг дисципліни 120 год.: лекції – 32 год., практичні заняття – 32 год., самостійна робота – 56 год, індивідуальне завдання—реферат

## Пререквізити

«Теоретична електрохімія», «Загальна та неорганічна хімія», «Фізична хімія», «Металознавство»

## Вимоги викладача

Студент зобов'язаний відвідувати всі заняття згідно розкладу, не спізнюватися. Дотримуватися етики поведінки. Працювати з навчальною та додатковою літературою, з літературою на електронних носіях і в Інтернеті. При пропуску лекційних занять проводиться усна співбесіда за темою. З метою оволодіння необхідною якістю освіти з дисципліни потрібно відвідуваність і регулярна підготовленість до занять. Без особистої присутності студента підсумковий контроль не проводиться.

## Норми академічної етики

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХП»»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися.

## СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ



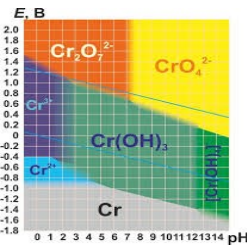
### Лекція 1. Введення в корозійну науку [1,2]

Основні поняття. Проблеми захисту металофонду України. Науково-технічний, економічний, екологічний та соціальний аспекти корозії. Стандарти єдиної системи захисту від корозії та старіння (ЕСЗКС), їх роль в організації протикорозійних служб підприємств.



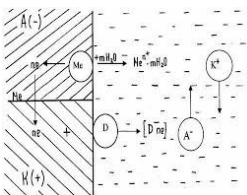
### Лекція 2. Класифікація корозійних процесів [1,3]

за механізмом, видами руйнування поверхні металу, умовами перебігу. Показники швидкості корозії для оцінки різноманітних за характером процесів.



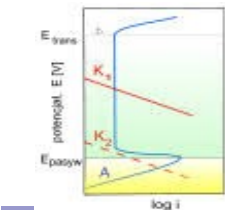
### Лекція 3. Теоретичні підстави електрохімічної корозії металів [1,3]

Механізм корозійних процесів: основні стадії, первинні та вторинні процеси. Термодинаміка електрохімічної корозії. Діаграми Пурбе.



### Лекція 4. Теорія коротко-замкнених мікрогальванічних елементів [5]

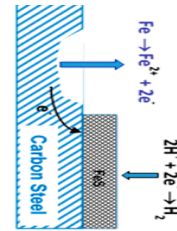
Причини виникнення та кінетика роботи коротко-замкнених мікрогальванічних елементів.



### Лекція 5. Теорія компромісного потенціалу [5]

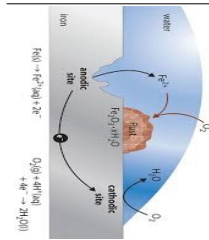
Баланс зарядів та маси, роль поляризації та деполяризації. Діаграми Еванса, контролюючі фактори.

## СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ



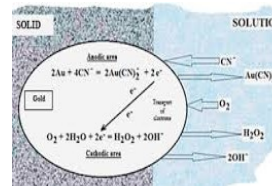
### Лекція 6. Корозія з водневою деполяризацією [4]

Термодинамічне обґрунтування, механізм та основні стадії, кінетичні закономірності, характерні особливості.



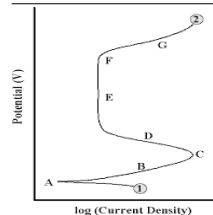
### Лекція 7. Корозія з кисневою деполяризацією [5]

Термодинамічне обґрунтування, механізм та основні стадії, кінетичні закономірності, характерні особливості. Пари диференціальної аерації.



### Лекція 8. Механізм розчинення чистих металів [1,3]

Основні стадії анодного процесу, перенапряга декристалізації, загальне рівняння поляризаційної кривої. Аналіз діаграм Пурбе. Механізм іонізації металів за участю аніонів розчину.



### Лекція 9. Пасивність металів [6]

загальна характеристика пасивного стану; поляризаційна залежність металу, схильного до пасивації. Сучасні теорії пасивності, причини порушення пасивного стану.



### Лекція 10. Вплив внутрішніх факторів на швидкість електрохімічної корозії металів [1,5]

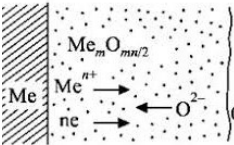
Внутрішні фактори: природа металу, структура сплавів, термічна і механічна обробка, стан поверхні.

## СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ



**Лекція 11. Вплив зовнішніх факторів на швидкість електрохімічної корозії металів [1,5]**

Зовнішні фактори: іонний склад середовища, концентрації компонентів, рН, рО<sub>2</sub>, температура, тиск.



**Лекція 12. Загальна характеристика хімічної корозії [4,5]**

Види хімічної корозії. Термодинаміка газової корозії, її механізм, закони росту оксидних плівок, показники швидкості, багатошарові плівки.



**Лекція 13. Вплив факторів на швидкість хімічної корозії [1,5]**

Внутрішні та зовнішні фактори: температура, тиск, склад газового середовища, структура метала. Корозія металів у розчинах неелектролітів: вплив домішок води, сульфурвмісних сполук тощо.



**Лекція 14. Корозія в умовах експлуатації [4,5]**

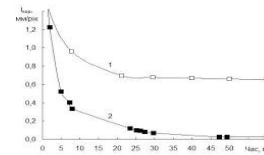
Атмосферна, морська, корозія у ґрунті: особливості перебігу парціальних реакцій та контролюючі фактори. Корозія під дією блукаючих струмів.



**Лекція 15. Корозійна поведінка конструкційних матеріалів [4,5,6]**

Характеристика корозійної стійкості сплавів заліза; алюмінію, магнію тощо, їх сплавів у різноманітних агресивних середовищах. Особливості корозійних процесів та механізми руйнування.

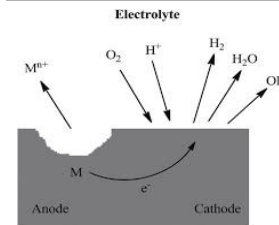
## СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ



**Практичне заняття 1,2. Показники швидкості корозії. Термодинаміка корозійних процесів [1,7]**

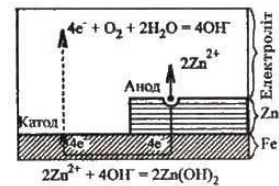
Взаємозв'язок між показниками швидкості. Визначення термодинамічної можливості корозійного процесу

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$



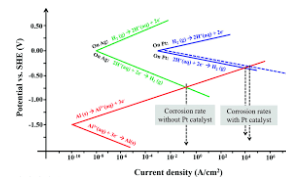
**Практичне заняття 3,4. Електрохімічна корозія [1,7]**

Встановлення типу деполаризатора.

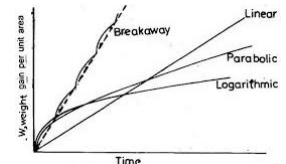


**Практичне заняття 5,6. Причини виникнення коротко-замкнених мікрогальванічних елементів [7]**

Визначення локальних анодних та катодних ділянок.



**Практичне заняття 7-10. Сумісна воднево-киснева деполаризація, аналіз поляризаційних залежностей. [2,7] Діаграми Пурбе. Діаграми Еванса. Визначення швидкості корозії із поляризаційних залежностей. Встановлення контролю корозії багатоелектродної системи**



**Практичне заняття 11-14. Хімічна корозія. [1]**

Визначення суцільності та пористості оксидних плівок. Вплив внутрішніх та зовнішніх факторів на абсолютне значення швидкості корозії

## САМОСТІЙНА РОБОТА

Дефекти кристалічних решіток та їх вплив на корозійну поведінку металів. Оксидні плівки на залізі. Їх структура. Захисні властивості. Основні закономірності електрохімічної кінетики. Поняття про концентраційну поляризацію і граничний струм дифузії. Електродні реакції з уповільненою стадією розряду-іонізації. Основні рівняння. Фізичний сенс констант «а» і «b» в рівнянні Тафеля. Основні характеристики корозійного процесу. Парні реакції. Корозійні процеси з водневої і кисневої деполяризації. Корозія в природних умовах. Механізм процесу. Вплив природних факторів на перебіг корозійних процесів. Принципи вибору оптимальної конструкції апарату з позицій запобігання вогнищ корозійних руйнувань. Конструктивні рішення, що приймаються при контакті двох різнорідних металів, проведенні теплообмінних процесів, можливості виникнення застійних зон. Опишіть випадки газової корозії, що супроводжуються деструктивним руйнуванням металу, обумовлені складом технологічного середовища. Корозійні характеристики заліза і вуглецевих сталей. Сучасні корозійно-стійкі сталі. Корозійні характеристики певних представників кольорових металів і сплавів.

## ТЕМИ РЕФЕРАТІВ

1. Корозійна поведінка заліза і його сплавів під впливом анаеробних бактерій. 2. Графітизація чавуну. 3. Пасивність сплавів. 4. Окаліностійкі сплави. 5. Методи визначення корозійної активності ґрунтів. 6. Газова корозія в топкових газах. 7. Корозія в атмосфері газів, що містять сірку. 8. Корозія водопроводів холодної і гарячої води. 9. Корозія конденсаторів і конденсаторних трубок. 10. Корозія свинцевих оболонок кабелів. 11. Корозійна поведінка сплаву міді з нікелем. 12. Корозійна поведінка сплаву міді з оловом. 13. Корозійна поведінка сплаву нікелю з хромом. 14. Корозійна дія сірки і її сполук: Елементарна сірка. Сірководень з воднем і сіркою в складі органічних сполук. Гази, що містять SO<sub>2</sub> і SO<sub>3</sub>. 15. Контактна корозія: Графіт в контакті з металом.

## ПЕРЕЛІК ЗАПИТАНЬ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ІСПИТУ

Вкажіть умови, при яких протікає газова корозія. Що називається жаростійкістю і жароміцними металу? Наведіть визначення хімічного механізму корозії. За яких умов він реалізується в газовій фазі? Що таке іржа? Чи володіє вона захисними властивостями? Наведіть основне рівняння термодинаміки. Які показники визначають захисні властивості плівок? Що являють собою діаграми Пурбе? Охарактеризуйте корозійний процес з водневою (кисневою) деполяризацією. Що називається корозійною діаграмою? Як вона будується? Які види контролю корозійного процесу вам відомі? Які аномальні явища спостерігаються при

## ЛІТЕРАТУРА ТА НАВЧАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

### Основна

1. Сахненко М.Д., Ведь М.В., Ярошок Т.П. Основи теорії корозії та захисту металів: Навч. посібник.- Харків: НТУ „ХПІ”, 2004, 240 с. 2. Миомандр Ф., Садки С, Одебер П., Меалле-Рено Р. Электрохимия / перев. с французкого В.Н. Грасевича, под ред. Ю.Д. Гамбурга, Сафонова В.А. — М.: Техносфера, 2008, 360 с. 3. Кеше Г. Коррозия металлов. Физико-химические принципы и актуальные проблемы.-М: Металлургия, 1984.- 400 с. 4. Улиг Г.Г., Ревы Р.У. Коррозия и борьба с ней. Введение в коррозионную науку и технику.-Л.: Химия, 1989.- 486 с. 5. Жук Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов.-М.: Металлургия. 1976.-472 с. 6. Томашов Н.Д., Чернова Г.П. Теория коррозии и коррозионностойкие конструкционные сплавы.-М.: Металлургия. 1986.- 359 с. 7. Методичні вказівки, видані на кафедрі ТЕ НТУ «ХПІ».

### Додаткова

1. Коррозионная стойкость конверсионных покрытий сплава Д16 / В. В. Штефан, М. В. Ведь, М. Д. Сахненко, Ю. В. Меньшикова // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ», 2006. – №12. – С. 116 – 121. 2. Сахненко М. Д., Штефан В. В., Ведь М. В. Методичні вказівки до організації лабораторних, практичних занять та самостійної роботи за темою "Визначення швидкості корозії методом поляризаційного опору". – 2007. 3. Shtefan V. V. et al. Corrosion of Aluminum in Contact with Oxidized Titanium and Zirconium // Materials Science. – 2016. – Т. 51. – № 5. – С. 711-718. 4. Анодна поведінка матеріалів на основі рідкісних і розсіяних елементів : навч.-метод. посіб. / Штефан В. В., Артеменко В. М., Смирнова О. Ю., Богоявленська О. В. – Х. : НТУ «ХПІ», 2015. – 120 с.

## СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ

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

## Нарахування балів

Бали нараховуються за наступним співвідношенням:

- практичні заняття: 20% семестрової оцінки;
- самостійна робота: 20% семестрової оцінки;
- іспит: 60% семестрової оцінки

Силабус за змістом повністю відповідає робочій програмі навчальної дисципліни