



ГАЛЬВАНІЧНІ СПЛАВИ І ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПОКРИТТЯ

Робоча програма освітньої компоненти (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Хімічні технології неорганічних, електродних матеріалів та водоочищення</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Денна / змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>8 кредитів (240 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен усний</i>
Розклад занять	<i>Лекції 2 години на тиждень (1 пара); практичні заняття 1 година на тиждень (0,5 пари); лабораторні заняття 2 години на тиждень (1 пара)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<p>Лектор: <i>к.т.н., доцент Косогін Олексій Володимирович, kosohin.oleksii@lil.kpi.ua, Telegram @Kosohin</i></p> <p>Практичні: <i>к.т.н., доцент Косогін Олексій Володимирович, kosohin.oleksii@lil.kpi.ua, Telegram @Kosohin</i></p> <p>Лабораторні: <i>к.т.н., доцент Косогін Олексій Володимирович, kosohin.oleksii@lil.kpi.ua, Telegram @Kosohin</i></p>
Розміщення курсу	<i>Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); доступ за запрошенням викладача</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис освітньої компоненти, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Освітня компонента (ОК) «Гальванічні сплави і функціональні покриття» є вибірковою ОК із циклу професійної підготовки, що викладаються кафедрою Технології електрохімічних виробництв. Знайомити студентів з одним із напрямків практичного використання електрохімії, який широкого використовується в сучасній промисловості (приладобудування, машинобудування, радіоелектроніка, виробництво деталей побуту) та дозволяє забезпечити стапій розвиток промисловості.

Метою освітньої компоненти є формування у студентів компетентностей:

- ФК4. Здатність досліджувати, класифікувати і аналізувати показники якості хімічної продукції, технологічних процесів і обладнання хімічних виробництв;

- ФК5. Здатність організовувати і управляти хіміко-технологічними процесами в умовах промислового виробництва та в науково-дослідних лабораторіях з урахуванням соціальних, економічних та екологічних аспектів;
- ФК9. Здатність кваліфіковано використовувати знання хімічної та електрохімічної кінетики у синтезі каталізаторів, наноматеріалів, для створення функціональних покривтів, систем перетворення енергії та в хімічній переробці відходів.
- ФК10. Здатність застосовувати отримані знання при організації процесів захисту металів від корозії, реалізації процесів виробництва неорганічних, електродних матеріалів та очищення води.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння ОК «Гальванічні сплави і функціональні покриття» мають продемонструвати такі результати навчання:

- ПРН2. Здійснювати пошук необхідної інформації з хімічної технології, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі, систематизувати, аналізувати та оцінювати відповідну інформацію.
- ПРН6. Розробляти та реалізовувати проекти в сфері хімічних технологій та дотичні до неї міждисциплінарні проекти з урахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.
- ПРН8. Проводити інновації на виробництвах хіміко-технологічного профілю з акцентом на ресурсозбереження та екологічну безпеку.
- ПРН10. Реалізовувати технології неорганічних, електродних матеріалів та підготовки/очищення води із урахуванням захисту обладнання від корозії

Зокрема, продемонструвати знання :

- основних типів гальванічних покривтів, які використовуються у сучасних виробництвах;
- технології нанесення електрохімічних та хімічних покривтів;
- впливу основних технологічних параметрів на якість гальванічних покривтів;
- методів контролю якості гальванічних покривтів;
- основного обладнання для нанесення металевих покривтів.

та уміння:

- орієнтуючись у теорії осадження металевих покривтів, обирати склади електролітів;
- обґрунтовано обирати режими електролізу та методику контролю і корегування складу електроліту;
- за умовами роботи об'єкта обирати тип і метод отримання захисного покриття;
- обирати покриття для спеціальних областей техніки та мікроелектроніки.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Для успішного засвоєння дисципліни студенту необхідні знання та уміння, набуті під час опанування ОПП рівня бакалавр за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія.

Осьвітня компонента «Гальванічні сплави і функціональні покриття» є одною з заключних ОК циклу професійної підготовки. ОК, які базуються на результатах навчання: ОК циклу професійної підготовки, в рамках яких необхідний вибір та розрахунок обладнання для електрохімічних виробництв – «Практика», «Виконання магістерської дисертації».

3. Зміст освітньої компоненти

РОЗДІЛ 1. Технологія нанесення функціональних покривтів

Тема 1.1. Технологія нанесення дорогоцінних металів

Властивості та галузі застосування срібних покриттів. Ціаністи та не ціаністи електроліти сріблення. Електроліти блискучого сріблення. Їх приготування та експлуатація. Аноди для сріблення. Технологічні особливості процесу сріблення. Обробка срібних покриттів. Вилучення срібла з відпрацьованих електролітів та стічних (промивних) вод.

Властивості та галузі застосування золотих покриттів. Ціаністи та не ціаністи електроліти золочення. Електроліти блискучого золочення. Їх приготування та експлуатація. Аноди, які застосовуються при золоченні. Вплив технологічних параметрів на процес золочення та якість покриттів. Вилучення золота з відпрацьованих електролітів та стічних (промивних) вод.

Властивості та галузі застосування покриттів із платини та паладію. Електроліти для нанесення цих покриттів. Технологічні особливості нанесення платини та паладію. Технологія нанесення інших платинових металів.

Тема 1.2. Технологія осадження рідкісних металів

Галузі використання рідкісних металів. Технологія осадження легкоплавких металів (індію, галію, талію, вісмуту). Технологія осадження тугоплавких металів (вольфраму, цирконію, ренію, молібдену). Технологія осадження корозійностійких металів (титану, ніобію, танталу, ванадію).

Тема 1.3. Технологія нанесення гальванічних покриттів на легкі метали

Особливості нанесення гальванічних покриттів на алюміній, магній, титан та їх сплави, а також на нержавіючі сталі. Способи підготовки алюмінію та його сплавів перед нанесенням гальванічних покриттів: цинкатний та електрохімічний. Електроліти й режими осадження гальванічних покриттів. Способи зміцнення адгезії гальванічних покриттів до алюмінію і його сплавів.

Способи підготовки поверхні магнію та його сплавів перед нанесенням гальванічних покриттів. Нанесення гальванічних покриттів на титан та його сплави, а також на корозійностійкі сталі. Електроліти й режими осадження гальванічних покриттів на ці метали та сплави. Способи зміцнення адгезії покриттів до магнію, титану та їх сплавів.

Тема 1.4. Одержання гальванічних сплавів

Властивості та галузі застосування мідних сплавів (латунь, бронза). Електроліти для нанесення цих сплавів. Їх приготування та експлуатація. Аноди, які застосовуються при осадженні мідних сплавів. Вплив технологічних параметрів на склад і якість мідних сплавів.

Властивості та галузі застосування сплавів на основі олова (олово-свинець, олово-вісмут, олово-цинк та ін.). Електроліти для осадження цих сплавів. Їх приготування й експлуатація. Аноди при осадженні сплавів олова. Вплив технологічних параметрів на склад, властивості та якість сплавів.

Магнітні сплави і електроліти для їх одержання. Режими осадження.

Тема 1.5. Хімічне осадження металів

Властивості та галузі застосування хімічно осаджених металів (нікель, мідь та ін.). Технологія одержання хімічно осаджених металів. Компоненти електролітів і їх призначення. Одержання нікелевих покриттів (нікель-фосфор, нікель-бор). Електроліти, склад і режими одержання. Корегування й регенерація електролітів для одержання нікелю.

Одержання хімічних осадів міді. Електроліти для осадження міді й режими процесу. Корегування й регенерація електролітів для хімічного осадження міді. Одержання хімічних осадів інших металів (срібло, золото, хром та інші).

Тема 1.6. Технологія нанесення композиційних електрохімічних покриттів (КЕП)

Види КЕП і галузі їх застосування. Механізм утворення КЕП. Компоненти електролітів і їх призначення. Вплив параметрів процесу осадження КЕП на склад осаду. Способи нанесення КЕП.

КЕП на основі нікелю, електроліти і режими їх, одержання. Вплив параметрів процесу на склад і якість нікелевих КЕП. КЕП на основі міді, срібла, заліза, хрому та інші. Електроліти для їх одержання й режими нанесення.

РОЗДІЛ 2. Методи випробування електролітів та покріттів

Тема 2.1. Методи контролю електролітів і покріттів

Методи аналізу складу електролітів. Контроль pH електролітів. Визначення розсіюальної здатності електролітів. Контроль електролітів із блискоутворюючими добавками.

Контроль зовнішнього вигляду покріттів. Вимірювання товщини гальванічних покріттів. Руйнівні (фізичні й хімічні) і неруйнівні (фізичні) методи вимірювання товщини покріттів. Прилади для вимірювання товщини покріттів.

Тема 2.2. Методи випробування гальванічних покріттів

Визначення поруватості покріттів. Контроль міцності зчеплення покріттів з основою (якісні й кількісні методи вимірювання). Вимірювання твердості покріттів. Прилади для вимірювання твердості. Вимірювання внутрішніх напруг у покріттях. Вимірювання блиску покріттів.

Визначення корозійної стійкості покріттів. Натурні й прискорені методи випробування. Прилади для вимірювання швидкості корозії. Деякі механічні випробування покріттів. Контроль електричних характеристик покріттів.

Тема 2.3. Основні напрямки удосконалення технологій та інтенсифікації процесів нанесення гальванічних і хімічних покріттів

Розробка технологічних процесів з новими блискоутворюючими та вирівнюючими добавками. Розробка універсальних автоматичних автооператорних ліній. Розробка автоматичних ліній в одновановому варіанті. Автоматизація гальванічних процесів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету та у бібліотеці кафедри технології електрохімічних виробництв. Обов'язковою до вивчення є базова література, інші матеріали – факультативні. Розділи та теми, з якими студент має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних та практичних заняттях.

Базова

1. Якименко Г.Я., Артеменко В.М. Технічна електрохімія. Ч.3. Гальванічні виробництва: Підручник / За ред.. Б.І. Байрачного. - Харків: НТУ "ХПІ", 2006. – 272 с.
2. Кунтий О. І. Гальванотехніка: Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2004. - 236 с.
3. Корж В.М., Кузнецов В.Д., Борисов Ю.С., Ющенко К.А. Нанесення покриття: Навчальний посібник. – К.: Аристей, 2005. – 204 с.

Додаткова

4. *Electrodeposition of Composite Materials / Edited by Adel M. A. Mohamed and Teresa D. Golden. - Published by ExLi4EvA, 2016. – 283p.*
5. *Electrodeposition and Surface Finishing: Fundamentals and Applications / Editor Stojan S. Djokic', Elchem Consulting Ltd., Edmonton, AB, Canada. - Springer Science+Business Media New York, 2014. – 576 p.*

6. *Modern Electroplating / edited by Mordechay Schlesinger, Milan Paunovic. - Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2010. - 737 p.*
7. *Handbook of Deposition Technologies for Films and Coatings / Peter M. Martin. - Published by Elsevier Inc., 2010. – 918 p.*
8. *Handbook of deposition technologies for films and coatings / edited by Rointan F. Bunshah. - Published in the United States of America by Noyes Publications, Mill Road, Park Ridge, New Jersey, 1994. – 885 p.*
9. *Review on electroless plating Ni-P coatings for improving surface performance of steel / Hongyan Zhang, Jiaojuan Zou, Naiming Lin and Bin Tang // Surface Review and Letters, Vol. 21, No. 4 (2014) 1430002 (13 pages). DOI: 10.1142/S0218625X14300020*
10. *A Final Report on The Electrodeposition of Rhenium and Its Alloys / Grant No. FA9550-10-1-0520 / Sponsoring Agency - Air Force Office of Scientific Research (AFOSR), 2015. – 52 p.*
11. *The Anodization of Aluminum for Nanotechnology Applications // JOM: the journal of the Minerals, Metals & Materials Society, June 2010. DOI: 10.1007/s11837-010-0088-5.*
12. *The Effect of Electroless Bath Parameters and Heat Treatment on the Properties of Ni-P and Ni-P-Cu Composite Coatings / Seyyed Hashem Mousavi Anijdan, Masoud Sabzi, Mostafa Roghani Zadeh, Mansour Farzam // Mat. Res. 21 (2) 2018. - DOI: http://dx.doi.org/10.1590/1980-5373-MR-2017-0973.*

Інформаційні ресурси

13. *Дистанційний курс Google G Suite for Education. Режим доступу: Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); код курсу m4mfwge.*

Навчальний контент

5. Методика опанування освітньої компоненти

Лекційні заняття

Проведення лекцій з ОК проводиться паралельно з розглядом питань, що виносяться на самостійну роботу. При проведенні лекцій застосовуються засоби для відеоконференцій (Google Meet, Zoom тощо) та ілюстративний матеріал у вигляді презентацій, які розміщені на платформі Sikorsky-distance [13]. Післяожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	<u>Технологія нанесення срібних покриттів.</u> <u>Специфіка функціональних покриттів.</u> <u>Властивості та галузі застосування срібних покриттів. Ціаністи та не ціаністи електроліти сріблення. Електроліти блискучого сріблення. Їх приготування та експлуатація. Аноди для сріблення.</u>
2	<u>Технологія нанесення срібних покриттів.</u> <u>Технологічні особливості процесу сріблення. Обробка срібних покриттів.</u> <u>Вилучення срібла з відпрацьованих електролітів та стічних (промивних) вод.</u>
3	<u>Технологія нанесення золотих покриттів.</u> <u>Властивості та галузі застосування золотих покриттів. Ціаністи та не ціаністи електроліти золочення. Електроліти блискучого золочення. Їх</u>

	<p>приготування та експлуатація. Аноди, які застосовуються при золоченні. Вплив технологічних параметрів на процес золочення та якість покриттів. Вилучення золота з відпрацьованих електролітів та стічних (промивних) вод.</p>
4	<p><u>Технологія нанесення платинових металів.</u> Властивості та галузі застосування покриттів із платини та родію. Електроліти для нанесення цих покриттів. Технологічні особливості нанесення платини та родію.</p>
5	<p><u>Технологія осадження рідкісних металів.</u> Галузі використання рідкісних металів. Технологія осадження легкоплавких металів (індію, галію, талію, вісмуту)</p>
6	<p><u>Технологія осадження тугоплавких металів.</u> Галузі використання тугоплавких металів (вольфраму, цирконію, ренію, молібдену, титану). Технологія і способи осадження тугоплавких металів.</p>
7	<p><u>Технологія нанесення гальванічних покриттів на легкі метали і сплави та нержавіючі сталі.</u> Особливості нанесення гальванічних покриттів на алюміній, магній, титан та їх сплави, а також на нержавіючі сталі. Способи підготовки алюмінію та його сплавів перед нанесенням гальванічних покриттів: цинкатний та електрохімічний. Електроліти й режими осадження гальванічних покриттів. Способи зміцнення адгезії гальванічних покриттів до алюмінію і його сплавів.</p>
8	<p><u>Технологія нанесення гальванічних покриттів на магнієві і титанові сплави.</u> Способи підготовки поверхні магнію та його сплавів перед нанесенням гальванічних покриттів. Нанесення гальванічних покриттів на титан та його сплави. Електроліти і режими осадження гальванічних покриттів на ці метали та сплави. Способи зміцнення адгезії покриттів до магнію, титану та їх сплавів.</p>
9	<p><u>Технологія електролітичного осадження сплавів міді.</u> Властивості та галузі застосування мідних сплавів (латунь, бронза). Електроліти для нанесення цих сплавів. Їх приготування та експлуатація. Аноди, які застосовуються при осадженні мідних сплавів. Вплив технологічних параметрів на склад і якість мідних сплавів.</p>
10	<p><u>Технологія нанесення сплавів олова.</u> Властивості та галузі застосування сплавів на основі олова (олово-свинець, олово-вісмут, олово-цинк та ін.). Електроліти для осадження цих сплавів. Їх приготування й експлуатація. Аноди при осадженні сплавів олова. Вплив технологічних параметрів на склад, властивості та якість сплавів.</p>
11	<p><u>Хімічні методи осадження металів. Хімічне нікелювання</u> Властивості та галузі застосування хімічно осаджених металів (нікель, мідь та ін.). Технологія одержання хімічно осаджених металів. Компоненти електролітів і їх призначення. Одержання нікелевих покриттів (нікель-фосфор, нікель-бор). Електроліти, склад і режими одержання.</p>
12	<p><u>Хімічні методи осадження металів. Хімічне міднення</u> Одержання хімічних осадів міді. Електроліти для осадження міді і режими процесу. Корегування й регенерація електролітів для хімічного осадження міді. Одержання хімічних осадів інших металів (срібло, золото, хром та інші).</p>
13	<p><u>Технологія одержання композиційних електрохімічних покриттів (КЕП)</u> Види КЕП і галузі їх застосування. Механізм утворення КЕП. Компоненти електролітів і їх призначення. Вплив параметрів процесу осадження КЕП на склад осаду. Способи нанесення КЕП. КЕП на основі нікелю, електроліти і режими їх, одержання. Вплив параметрів процесу на склад і якість нікелевих КЕП. КЕП на основі міді, срібла, заліза, хому та інші. Електроліти для їх одержання і режими нанесення.</p>

14	<u>Контроль електролітів та покриттів. Контроль складу електролітів.</u> Контроль зовнішнього вигляду покриттів. Вимірювання товщини гальванічних покриттів. Руйнівні (фізичні й хімічні) і неруйнівні (фізичні) методи вимірювання товщини покриттів. Прилади для вимірювання товщини покриттів.
15	<u>Контроль електролітів та покриттів. Контроль покриттів.</u> Контроль зовнішнього вигляду покриттів. Вимірювання товщини гальванічних покриттів. Руйнівні (фізичні й хімічні) і неруйнівні (фізичні) методи вимірювання товщини покриттів. Прилади для вимірювання товщини покриттів.
16	<u>Методи випробування гальванічних покриттів.</u> Визначення поруватості покриттів. Контроль міцності зчеплення покриттів з основою (якісні й кількісні методи вимірювання). Вимірювання твердості покриттів. Прилади для вимірювання твердості. Вимірювання внутрішніх напруг у покриттях. Вимірювання блиску покриттів. Визначення корозійної стійкості покриттів. Натурні й прискорені методи випробування. Прилади для вимірювання швидкості корозії. Деякі механічні випробування покриттів.

Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять -це навчити студентів використовувати набуті раніше знання для складання рівнянь основних та побічних електродних реакцій, що перебігають при одержанні неорганічних продуктів; складання балансу робочої напруги на електролізерах та проведення інших технологічних розрахунків.

№ з/п	Назва теми заняття
1	<u>Технологія нанесення срібних покриттів.</u> Розрахунок поляризації при осадженні срібних покриттів. Розрахунок тривалості осадження срібних покриттів. Розрахунок параметрів процесу вилучення срібла з відпрацьованих електролітів та утилізації відпрацьованих електролітів.
2	<u>Технологія нанесення гальванічних покриттів на легкі метали.</u> Вибір технологічної схеми нанесення гальванічних покриттів на легкі метали. Особливості конструювання підвісних пристосувань та проведення енергетичних розрахунків.
3	<u>Технологія одержання гальванічних сплавів.</u> Вплив технологічних параметрів на енергетичні характеристики електролізу. Розрахунок електрохімічних еквівалентів сплавів.
4	<u>Хімічні методи осадження металів.</u> Технологія одержання хімічно осаджених металів. Розрахунок витрат основних компонентів розчинів.
5	<u>Технологія одержання композиційних електрохімічних покриттів (КЕП)</u> Вплив параметрів процесу осадження КЕП на склад осаду. Розрахунок властивостей суспензій. Розрахунковий метод визначення складу КЕП.
6	<u>Контроль електролітів та покриттів.</u> Розрахунок величини і складу матеріальних потоків: сировини, основних і побічних продуктів, матеріалів і відходів, розрахунок питомих витрат сировини і матеріалів, питомої виходу готового продукту.
7	<u>Контроль електролітів та покриттів.</u>

	<i>Розрахунок витрат матеріалів на початковий запуск обладнання та на виконання річної виробничої програми. Розрахунок витрат води. Розрахунок скидання хімікатів на очисні споруди гальванічного виробництва</i>
8	<i><u>Контроль електролітів та покриттів.</u></i> <i>Розрахунок параметрів пристроїв для нагрівання ванн та енергоносіїв для виконання річної виробничої програми. Розрахунок витрат електроенергії та потужності теплоелектронагрівачів для нагрівання гальванічної ванни.</i> <i>Розрахунок витрат стиснутого повітря на перемішування електроліту.</i>
9	<i>Написання модульної контрольної роботи</i>

Лабораторні роботи

Основні завдання циклу лабораторних занять – це використання одержаних на лекціях знань, ознайомлення з технічною реалізацією відомих з лекційного курсу процесів та закріplення теоретичного матеріалу.

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	<i>Осадження гальванічних покриттів на легкі метали</i>	12
2	<i>Гальванічні покриття у виробництві друкованих плат</i>	8
3	<i>Технологія відновлення зношених сталевих деталей</i>	8
4	<i>Технологія хімічного нанесення нікелю</i>	8
5	<i>Технологія нанесення гальванічних сплавів</i>	8

Лабораторне завдання повинно формуватись таким чином, щоб змусити студентів продемонструвати вміння самостійно пропонувати способи нанесення захисних та функціональних покриттів та розробляти технологічний процес нанесення покриття. Доцільним є проведення спочатку ознайомлюальної частини, де студенти за короткий час встановлюють вплив основних параметрів процесу на якість отриманих покриттів в малогабаритних установках; наступною частиною лабораторного практикуму має бути виконання роботи із нанесення покриттів на реальні об'єкти або опанування роботи на промислових/напівпромислових установках (у випадку реалізації лабораторного практикуму за дуальною формою навчання).

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студента (CPC) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, підготовка до проведення практичних завдань та виконання розрахунків, проведення розрахунків та оформлення звітів з лабораторних робіт; виконання домашньої контрольної роботи, підготовка до модульної контрольної роботи; підготовка до екзамену. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид CPC	Кількість годин на підготовку
<i>Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу; проведення розрахунків та оформлення звітів з лабораторних робіт; підготовка до проведення практичних завдань та виконання розрахунків</i>	<i>5 – 6 годин на тиждень</i>
<i>Виконання домашньої контрольної роботи</i>	<i>15 годин</i>
<i>Підготовка до МКР (повторення матеріалу)</i>	<i>4 години</i>
<i>Підготовка до екзамену</i>	<i>30 годин</i>

Політика та контроль

7. Політика освітньої компоненти

У звичайному режимі роботи університету лекційні, практичні та лабораторні заняття проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський, практичні та лабораторні заняття – в навчальних лабораторіях. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекційних, практичних та лабораторних занять є обов'язковим.

Правила захисту лабораторних робіт:

1. До захисту допускаються студенти, які виконали лабораторну роботу, правильно виконали розрахунки та вірно оформили протокол з лабораторної роботи (при неправильно виконаних розрахунках чи неякісному оформленні недоліки слід усунути).
2. Захист відбувається або на лабораторних заняттях під час технологічно обумовлених перерв, або на консультаціях з дисципліни, які проводяться щотижнево.
3. Після захисту лабораторної роботи, який полягає у виконанні індивідуального розрахункового завдання або теоретичному опитуванні по темі лабораторної роботи викладачем виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною.
4. Несвоєчасний захист – наявність більше одної незахищеної роботи – в звичайному та змішаному режимах роботи Університету є підставою для недопуску до виконання наступної лабораторної роботи.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

1. Запізнення на лабораторне заняття (за умови їх проведення в звичайному та змішаному режимах роботи Університету) штрафується 0,25 бала за кожні 15 хвилин запізнення, тому що призводять до затримки виконання усією бригадою студентів;

Політика дедлайнів та перескладань: визначається п. 8 Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів наєчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського. Захист протоколів лабораторних робіт, виконання модульної контролальної роботи, яка була пропущена з поважних причин, що підтверджено документально, приймання домашньої контролальної роботи проводиться виключно впродовж семестру, і припиняється після початку семестрового контролю.

Політика щодо академічної добросердності: визначається політикою академічної чесності та іншими положеннями Кодексу честі університету.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Поточний контроль: робота на практичних заняттях, виконання та захист лабораторних робіт; виконання індивідуального лабораторного завдання або підготовка звіту із промислового використання досліджуваних процесів; виконання модульної контролальної роботи; виконання розрахункової роботи.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 60 бали складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- відповіді на практичних заняттях (в середньому 2 рази за семестр);
- виконання та захист 5 лабораторних робіт;

- виконання звіту з індивідуального лабораторного завдання або звіту з дослідження промислового процесу;
- виконання модульної контрольної роботи;
- виконання домашньої контрольної роботи.

Критерії нарахування балів:

1. Виконання лабораторних робіт

1.1. Виконання лабораторних робіт в очному форматі (в лабораторіях університету)

Ваговий бал – 3 бали. Бали за лабораторну роботу розраховуються як сума балів за виконання окремих етапів роботи – допуск (0,5 бала), виконання роботи (1,5 бала), якість оформленого протоколу та захист роботи (1 бал). Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

Допуск до роботи

- при перевірці готовності до ЛР надаються вірні і вичерпні відповіді; підготовлено в повному обсязі схему протоколу лабораторної роботи - 0,5 бала;
- при перевірці готовності студент має утруднення при формулюванні вірних відповідей; є зауваження щодо підготовки протоколу – 0,5 балів;

Виконання лабораторної роботи

- безпомилкове виконання завдання ЛР в повному обсязі з наявністю елементів творчого підходу при безумовному додержанні правил і норм техніки безпеки – 1,5 бала;
- виконання завдання ЛР в повному обсязі при додержанні правил і норм техніки безпеки – 1,0 бал;
- виконання завдань ЛР в повному обсязі при наявності зауважень з боку викладача щодо необґрунтованого відхилення від методичних вказівок або щодо додержання вимог техніки безпеки – 0,5 бала;
- невиконання завдань ЛР в повному обсязі за відведений час при наявності зауважень з боку викладача щодо вірності виконання роботи або додержання вимог техніки безпеки – 0 балів;

Захист лабораторної роботи та якість оформленого протоколу

- наявність впевнених знань і набутих вмінь з завдань виконаної ЛР; бездоганне оформлення протоколу та інших матеріалів – 1,0 бал (не менше 90 % потрібної інформації);
- наявність суттєвих зауважень щодо повноти, грамотності і охайності при оформленні матеріалів з виконаної ЛР – 0,5 бала (не менше 60 % потрібної інформації);
- значні зауваження щодо повноти і оформлення протоколу; неспроможність дати відповідь по виконаній роботі – 0 балів.

1.2. Виконання лабораторних робіт в дистанційному форматі

Ваговий бал – 3 бали. В дистанційному форматі студентам пояснюються особливості проведення процесів осадження певних типів покриттів. Після теоретичної частини студентам надається на виконання тест, який складається з 10 (20) питань, або студенти мають надати відповідь на 5 теоретичних питань. Бали за лабораторну роботу розраховуються як сума балів за відповіді на питання тесту 0,30 бала за відповідь (0,15 балів за відповідь). У випадку надання відповіді на кожне питання, оцінювання їх проводиться за критеріями:

- повна і безпомилкова відповідь – 0,6 бала (не менше 90 % потрібної інформації);
- наявність зауважень щодо повноти і технічної грамотності відповіді – 0,3 бала (не менше 60 % потрібної інформації);

- значні зауваження щодо повноти відповіді по виконаній роботі – 0 балів.

2. Виконання індивідуального лабораторного завдання або звіту з дослідження промислового процесу

Ваговий бал – 15 балів. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- завдання виконано на високому рівні; продемонстровано здатність до самостійної роботи; висока якість оформлення звіту (наведено повний опис дослідженої технології; контроль якості покриття; контроль параметрів процесу; опис конструкційних елементів та обладнання) – 14-15 балів;
- завдання виконано на високому рівні, але студент продемонстрував недостатню самостійність; зауваження щодо повноти та якості оформлення звіту – 11-13 балів;
- низький рівень виконання завдання; відсутність самостійності; низька якість оформлення звіту – 9-10 балів.

3. Робота на практичних заняттях

Ваговий бал – 2 бали. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- безпомилкове виконання розрахункового завдання або розрахунок з деякими математичними похибками – 2,0 бала;
- виконання завдання з деякими математичними похибками або після невеликої навідної допомоги викладача чи іншого студента – 1,5 бала ;
- проведення розрахункових вправ зі значущими помилками хімічного, стехіометричного чи математичного характеру – 1,0 бал;
- проведення розрахункових вправ з грубими помилками щодо хімічної чи хіміко-технологічної суті завдання - 0 балів.

4. Домашня контрольна робота (ДКР)

Ваговий бал – 12 балів. Кожне завдання на ДКР складається з 3 питань теоретичного (ваговий бал 3) та 1 питання розрахункового характеру (ваговий бал 3). Кількість балів за ДКР розраховується як сума балів за кожне питання. Оцінювання проводиться за наступною шкалою:

- безпомилкове вирішення розрахункової вправи і бездоганна відповідь на завдання при наявності елементів продуктивного (творчого) підходу; демонстрація вміння спевненого застосування фундаментальних знань з хімії при відповіді на контрольне завдання – 3 бала;
- вирішення розрахункової вправи з незначними, непринциповими помилками (в т.ч. математичного характеру); наявність 1-2 помилок при відповіді на контрольне завдання – 2 бала;
- вирішення розрахункової вправи з двома-трьома досить суттєвими помилками; наявність суттєвих помилок при відповіді на контрольне завдання - 1 бал;
- виконання розрахункової вправи менш, ніж на 50%; наявність принципових помилок при відповіді на контрольне завдання – 0 балів.

5. Модульна контрольна робота

Ваговий бал – 14 балів. МКР складається із 70 тестових запитань, в яких з чотирьох відповідей необхідно обрати одну правильну відповідь, яка оцінюється в 0,2 бала.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю є рейтинг студента 50 % від максимально можливого на час календарного контролю. На першому календарному контролі (8-й тиждень) студент отримує «атестований», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \cdot 8^1 = 4$ бали. На другому

¹ Максимальна кількість балів, яку може набрати студент протягом 8 тижнів.

календарному контролі (14-й тиждень) студент отримує «атестований», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \cdot 28^2 = 14$ балів.

Семестровий контроль: усний екзамен.

На екзамені студенти мають відповісти на питання екзаменаційного білета. Кожен білет містить два теоретичних питання, які оцінюються у **15 балів** кожне, та одна задача, яка оцінюється у **10 балів**. Кожне питання (завдання) оцінюється за такими критеріями:

- повна відповідь на питання з елементами оригінального, творчого підходу до пояснення прийнятих рішень, обґрунтування цих рішень на основі демонстрації змін залучати фундаментальні знання з хімії - 14-15 (9-10) балів (не менше 90 % потрібної інформації);
- повна і взагалі вірна відповідь на питання з 1-5 незначними помилками або зауваженнями - 11-13 (7-8) балів (не менше 75 % потрібної інформації);
- взагалі вірна відповідь на питання з 5-6 незначними помилками та 1-2 зауваженнями принципового характеру, пов'язаного з неповнотою знань з фундаментальних основ - 9-10 (6) балів (не менше 60 % потрібної інформації);
- нездовільна відповідь - 0 балів.

Максимальна сума балів, яку студент може набрати протягом семестру, складає **60 балів**:

$$RC = r_{\text{лр}} + r_{\text{ілр}} + r_{\text{пр}} + r_{\text{мкр}} + r_{\text{дкр}} = 15 + 15 + 4 + 12 + 14 = 60 \text{ балів.}$$

Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних робіт, написання ДКР, виконання МКР та кількість рейтингових балів не менше 30.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Нездовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з освітньої компоненти

- Перелік завдань до ДКР та для підготовки до екзамену наведені у Google Classroom «Гальванічні сплави і функціональні покриття» (платформа Sikorsky-distance) та в системі «Електронний кампус».
- Перелік матеріалів, якими дозволено користуватись під час екзамену – під час екзамену студенту заборонено використовувати будь-які допоміжні матеріали та літературу. За порушення вимог студенти усуваються від екзамену.

Робочу програму освітньої компоненти (силабус):

Складено доцентом кафедри технології електрохімічних виробництв, к.т.н., доцентом Косогіним Олексієм Володимировичем.

Ухвалено кафедрою технології електрохімічних виробництв (протокол № 14 від 23.06.2022р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 23.06.2022р.)

² Максимальна кількість балів, яку може набрати студент протягом 14 тижнів.