



КОРОЗІЯ ТА ЗАХИСТ ВІД КОРОЗІЇ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Електрохімічні технології неорганічних і органічних матеріалів</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>3 кредити (90 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>Лекції 2 години на тиждень (1 пара); за розкладом на rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., старший викладач Білоусова ніна Аркадіївна n.bilousova@kpi.ua,</i>
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

Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчання та результати навчання

Предмет: Дисципліна «Корозія та захист від корозії» знайомить студентів з одним із напрямків практичного використання електрохімії, який набув широкого використання в сучасній промисловості та дозволяє забезпечити сталий розвиток промисловості. Студенти отримують знання з причин корозії та протикорозійного захисту металевих обладнань, яке працює в агресивних умовах.

Метою кредитного модуля є формування у студентів здатностей:

- здатність застосовувати знання, уміння й навички у практичних ситуаціях;*
- знання та розуміння предметної області і професійної діяльності;*
- вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми;*
- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;*
- здатність використовувати знання та розуміння загальної хімічної технології, процесів і апаратів хімічних виробництв для аналізу, оцінювання і проектування технологічних процесів і устаткування;*
- здатність обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для реалізації та контролю хімічних виробництв;*

- навички безпечного поводження з хімічними матеріалами, з урахуванням їх фізичних та хімічних властивостей, у тому числі, небезпек, пов'язаних з їх використанням.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

знання :

- основних причини, видів та механізмів корозії металів;
- основних закономірностей та впливу різних внутрішніх і зовнішніх факторів на перебіг корозійних процесів;
- досконалих методів дослідження та контролю процесів корозії;
- сучасних методів антикорозійного захисту металів.

уміння:

- проводити прогнозування різних видів процесів корозії;
- визначати причини та механізми корозійних процесів, внутрішні та зовнішні фактори, які впливають на їх перебіг;
- розраховувати основні характеристики процесів корозії;
- проводити вибір ефективних способів антикорозійного захисту металів.

Оволодіння знаннями і навичками необхідні для роботи в галузі у хімічній промисловості, для планування природоохоронної діяльності на виробництві і реалізації відповідних заходів.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студенту необхідні знання та уміння, що були отримані підчас вивчення дисциплін «Загальна та неорганічна хімія», «Фізична хімія», «Теоретична електрохімія», «Матеріалознавство», «Технічна електрохімія».

3. Зміст навчальної дисципліни.

Тема 1. Загальна характеристика процесів корозії металів

Вступ до курсу. Мета, задачі та загальний зміст кредитного модуля «Корозія та захист від корозії». Значення дисципліни в системі підготовки студентів за фахом. Проблема корозії та захисту металів. Соціальний, науково-технічний, економічний та екологічний аспекти корозійної проблеми.

Основні визначення і види корозійних процесів. Хімічна та електрохімічна корозія. Корозійні гальванічні елементи і електродні реакції.

Класифікація корозійних процесів за механізмом, умовами їх перебігу, характером корозійних руйнувань, швидкістю. Анодні і катодні процеси електрохімічної корозії. Корозійні діаграми. Механізм електрохімічної корозії та контролівний процес корозії. Воднева, киснева і змішана деполяризація.

Тема 2. Анодні процеси та пасивність металів.

Загальні закономірності анодного розчинення металів. Стадійний механізм іонізації металів. Вплив аніонів на кінетику анодного розчинення. Анодне розчинення з утворенням твердих продуктів. Анодна пасивність металів. Типова анодна поляризаційна крива металу, здатного пасуватися.

Тема 3. Умови виникнення та особливості газової корозії. Термодинаміка газової корозії. Класифікація плівок - продуктів газової корозії. Умови утворення захисних плівок на

металах. Стадійність процесів окислення металів. Закони росту плівок на металах. Кінетичний, дифузійний та кінетично-дифузійний контроль газової корозії.

Тема 4. Внутрішні та зовнішні фактори, що впливають на процеси корозії.

Тема 5. Методи визначення і контролю швидкості корозії металів. Показники швидкості корозії та зв'язок між ними.

Класифікація методів корозійних випробувань: лабораторні, натурні, експлуатаційні, прискорені, експрес-методи.

Тема 6. Корозія металів у різних природних умовах. Атмосферна корозія металів. Підземна та морська корозія металів. Біопошкодження та біохімічна корозія металів.

Тема 7. Корозія металів при накладанні механічних навантажень. Корозійне розтріскування та корозійна втомлюваність. Механізм корозійної втомлюваності. Криві втомлюваності та корозійної втомлюваності металів. Воднева хрупкість. Підвищення опору деталей корозійному розтріскуванню та корозійної втомлюваності

Тема 8. Методи захисту від корозії. Класифікація методів захисту хімічних апаратів від корозії. Раціональне конструювання виробів.

Захист від газової корозії. Легування металевих матеріалів. Характеристика корозійної стійкості металів. Класифікація корозійностійких сплавів. Корозійностійкі сплави на основі заліза. Корозійна стійкість мідних сплавів. Корозійна стійкість алюмінієвих сплавів.

Зміна властивостей корозійного середовища, Обробка корозійного середовища. Інгібітори корозії.

Захисні покриття та консервація. Конверсійні покриття.

Неметалеві захисні покриття. Лакофарбові покриття. Дифузійні, гарячі, металізаційні і плакіровочні покриття. Оксидні і фосфатні захисні плівки. Емалеві покриття. Покриття смолами, полімерами і гумою.

Електрохімічний захист. Електродренажний і протекторний захист.

Тема 9. Корозійний моніторинг. Детальне ознайомлення з натурними, прискореними та експрес-методами дослідження.

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 заняттях.

Базова:

1. Шлугер М.А., Ажогин Ф.Ф., Ефимов Е.А. Коррозия и защита металлов. М.: «Металлургия», 1981. 216с.
2. Томашов Н.Д., Чернова Г.П. Теория коррозии и коррозионностойкие конструкционные сплавы. М.: Metallurgiya, 1986, 359с.
3. Жук П.П. Курс теории коррозии и защиты металлов. - М.: «Металлургия», 1976. 472с.
4. Улиг Г.Г., Ревы Р.У. Коррозия и борьба с ней. Введение в коррозионную науку и технику: Пер. с англ. /Под. Ред. Л.М. Сухотина. - Л.: Химия, 1989. -Пер. изд., США, 1989. 454с.

5. Коррозия. Справочное издание. /Под ред. Л.Л. Шрайера. Перевод с англ. -М.: Металлургия, 1981. 632с.
6. Антропов Л.І. Теоретична електрохімія. Київ: Либідь, 1993.-540 с.
7. Погребова І. С. «Інгібітори корозії металів»: Навчальний посібник. – К.: «Хай-Тек Прес», 2012. – 296 с.
8. Методи захисту обладнання від корозії та захист на стадії проектування. [Електронний ресурс]: підр. для студ. спеціальності «161. Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Електрохімічні технології неорганічних та органічних матеріалів» / М. В. Бик, О. І. Букет, Г. С. Васильєв – Електронні текстові дані (1 файл, 8,81 Мбайт).- Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 318 с.
9. Анतिकоррозионная служба предприятий: Справ. Изд. - Степанов И.А., Савельева И.А., Фиговский О.Л. - М.: «Металлургия», 1987. 240с.
10. Семенова И.В., Флоринович Г.М., Хорошилов Л.В. Коррозия и защита от коррозии. / Учебное пособие. Под редакцией Семеновой И.В. М.: Физматлит, 2002. 353 с.

Додаткова

11. Кеше Г. Коррозия металлов . Физико - химические принципы и актуальные проблемы. Пер.с нем. -М.: Металлургия, 1984.- 400 с.
12. Акользин П.А.. Коррозия и защита металла теплоэнергетического оборудования. М.: Энергоиздат, 1982 – 304 с., ил.
13. Исаев Н.И. Теория коррозионных процессов.- М.:Металлургия, -1997, 368 с.
14. Григорьев В.П. Электрохимическая коррозия металлов – М.: Химия, 2000. 317 с.
15. Экилик В.В. Теория коррозии и защита металлов. Методическое пособие по спецкурсу. Ростов на Дону, 2004.-84 с.
16. Романов В.В. Методы исследования коррозии металлов. – М.: Металлургия, 1965 - 230 с.
17. Скорчеллетти В.В. Теоретические основы коррозии металлов. - Л.: Химия, 1973. 264с.
18. Коррозионностойкое оборудование химических производств. Способы защиты оборудования от коррозии / под ред. Строката Б.В., Сухотина Л.М.-Л.: Химия, 1987 – 230 с.
19. В.П. Чвірук, С.Г. Поляков, Ю.С. Герасименко. Електрохімічний моніторинг техногенних середовищ. – Київ. Академперіодика, 2007. 322 с.

Навчальний контент

Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Проведення лекцій з дисципліни 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 [XX]. Після кожної лекції

рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої. На кожній лекції крім першої та двох останніх проводиться опитування студентів у вигляді експрес контрольної роботи за матеріалом прочитаних лекцій.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	<p>Тема 1. Вступ до курсу. Предмет і задачі дисципліни Мета, задачі та загальний зміст кредитного модуля «Корозія та захист від корозії». Значення дисципліни в системі підготовки студентів за фахом. Соціальний, науково-технічний, економічний та екологічний аспекти корозійної проблеми. Стан цієї проблеми, завдання та перспективи розробки способів захисту металів від корозії в Україні. Проблема захисту металів від корозії в галузі технічної електрохімії. Визначення поняття "Корозія металів" Загальна характеристика процесів корозії.</p>
2	<p>Продовження теми. Основні визначення і види корозійних процесів. Хімічна та електрохімічна корозія. Відмінні риси від звичайних гетерогенних реакцій - просторове розділення цих часткових реакцій. Виникнення електродного потенціалу. Рівноважні і нерівноважні електродні потенціали. Термодинаміка корозійних електрохімічних процесів. Корозійні гальванічні елементи і електродні реакції. Стандартна ЕРС корозійного елемента.</p>
3	<p>Продовження теми Класифікація корозійних процесів за механізмом, умовами їх перебігу та характером корозійних руйнувань, швидкістю.</p>
4	<p>Продовження теми. Анодні і катодні процеси електрохімічної корозії. Корозійні діаграми. Механізм електрохімічної корозії та контролівний процес корозії. Воднева і киснева деполяризація. Особливості корозії з водневою і кисневою деполяризацією.</p>
5	<p>Тема 2. Анодні процеси та пасивність металів. Загальні закономірності анодного розчинення металів. Стадійний механізм іонізації металів. Вплив аніонів на кінетику анодного розчинення. Анодне розчинення з утворенням твердих продуктів. Анодна пасивність металів. Типова анодна поляризаційна крива металу, здатного пасивуватися.</p>
6	<p>Тема 3. Умови виникнення та особливості газової корозії. Термодинаміка газової корозії. Класифікація плівок - продуктів газової корозії. Умови утворення захисних плівок на металах. Стадійність процесів окислення металів.. Кінетичний, дифузійний та кінетично-дифузійний контроль газової корозії. Закони росту плівок на металах</p>
7	<p>Тема 4. Вплив внутрішніх факторів (природи, складу, структури металів та сплавів, стану їх поверхні) та зовнішніх факторів (складу середовища, температури, тиску, механічних напружень) на процеси корозії металів.</p>
8	<p>Тема 5. Методи визначення і контролю швидкості корозії металів. Показники швидкості корозії та зв'язок між ними. Класифікація методів корозійних випробувань: лабораторні, натурні, експлуатаційні, прискорені, експрес-методи. Фізичні і електрохімічні методи. Вимоги до зразків та досліджуваних середовищ.</p>
9	<p>Тема 6. Корозія металів у різних природних умовах Атмосферна корозія металів. Підземна та морська корозія металів. Біопшкодження та біохімічна корозія металів.</p>
10	<p>Тема 7. Корозія металів при накладанні механічних навантажень. Корозійне розтріскування та корозійна втомлюваність. Механізм корозійної втомлюваності. Криві втомлюваності та корозійної втомлюваності металів. Воднева крихкість. Підвищення опору деталей корозійному розтріскуванню та корозійної втомлюваності</p>

11	Тема 8. <u>Методи захисту від корозії.</u> Класифікація методів захисту хімічних апаратів від корозії. <u>Державні стандарти на виробу, матеріали і засоби захисту.</u> Раціональне конструювання виробів Захист від газової корозії. Легування металевих матеріалів.
12	Продовження теми. Характеристика корозійної стійкості металів. Класифікація корозійностійких сплавів. Корозійностійкі сплави на основі заліза. Корозійна стійкість мідних сплавів. Корозійна стійкість алюмінієвих сплавів.
13	Продовження теми. Електрохімічний захист металів. (Активний захист) Катодний захист накладним струмом, протекторний захист. Анодний захист накладним струмом. Основні засоби електрохімічного захисту обладнання
14	Продовження теми. Пасивний захист від металу корозії. Захисні неорганічні та органічні покриття. Конверсійні покриття.
15	Продовження теми. Неметалеві захисні покриття. Лакофарбові покриття. Дифузійні, гарячі, металізаційні і плакіровочні покриття. Оксидні і фосфатні захисні плівки. Емалеві покриття. Покриття смолами, полімерами і гумою.
16	Продовження теми. Загальна характеристика методів зміни складу та обробки корозійного середовища. Загальна характеристика методу захисту металів від корозії інгібіторами. Класифікація інгібіторів корозії. Ефекти сигнертизму при інгібуванні корозії металів.
17	Тема 9. Мета та завдання корозійного моніторингу. Методи та прилади корозійного моніторингу. Контроль на основі параметрів середовища. Резистивний метод. Метод поляризаційного опору.
18	<u>Залік</u>

Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, виконання реферату, підготовка до експрес контрольних робіт, підготовка до модульної контрольної роботи, підготовка до заліку. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, підготовка до експрес контрольних робіт	1 - 2 години на тиждень
Підготовка до заліку	20 - 25 годин

Політика та контроль

Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

У звичайному режимі роботи університету лекції проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному та дистанційному режимах лекційні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекцій є обов'язковим.

У кінці кожної лекції (крім першої та двох останніх) проводиться опитування за матеріалами попередньої лекції у вигляді усної відповіді на питання лектора окремому студенту або у вигляді експрес контрольної роботи (перед першою і другою атестацією) із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms, телеграм тощо). Лектор надсилає питання із застосуванням інтерактивних засобів з метою визначення рівня знань здобувачів за даною темою та підвищення зацікавленості.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

За виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни нараховується від 1 до 6 заохочувальних балів;

Політика дедлайнів та перескладань: визначається п. 8 Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського

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

Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Види контролю встановлюються відповідно до Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського:

1. Поточний контроль: усне опитування та експрес контрольні роботи на лекціях.
Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
2. Семестровий контроль: залік.

Календарний контроль: 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 $0,5 \cdot 18^1 = 9$ балів (розраховано за умовами оцінки «задовільно»). На **другому календарному контролі** (14-й тиждень) студент отримує «атестований», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \cdot 3^2 = 18$ балів (розраховано за умовами оцінки «задовільно»).

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:

- 1) експрес контрольні роботи (опитування на лекціях);

Критерії нарахування балів:

2.1. Експрес контрольні роботи

Ваговий бал – 5. Максимальна кількість балів на всіх лекційних заняттях дорівнює: 5 бали \times 12 = 60 балів.

Критерії оцінювання

<u>5 балів</u> «відмінно»: (не менше 90 % потрібної інформації)	повна і вичерпно вірна відповідь на запитання лектора;
<u>4 бали</u> «добре»: (не менше 75% потрібної інформації)	вірна, в цілому, відповідь з незначними погрішностями, або формулювання вірної відповіді після невеликої навідної допомоги викладача чи іншого студента

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

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

<u>3 бали</u> <u>«задовільно»:</u> (не менше 60 % потрібної інформації)	відповідь з помилками принципового характеру як наслідок слабких знань фундаментальних положень хімії; високий процент плагіату
<u>0-2 балів</u> «незадовільно»:	повністю невірна відповідь; повний плагіат або повне копіювання чужих відповідей

Розрахунок шкали рейтингової оцінки з кредитного модуля (RD):

Сума вагових балів контрольних заходів (R_C) протягом семестру складає:

$$R = \sum_k r_k + \left(\sum_s r_s \right) = 60 + 40 = 100 \text{ балів} + \left(\sum_s r_s \right);$$

$$R = \sum_k r_k = 100 \text{ балів}$$

Сума як штрафних, так і заохочувальних балів (r_s) не повинна перевищувати, як правило, $0,1R$ (тобто 10 балів).

Розмір шкали рейтингу $R = 100$ балів.

Максимальна сума балів складає 100. Необхідною умовою отримання заліку є позитивна оцінка за експрес контрольні роботи (опитування на лекціях) та написання залікової контрольної роботи. Для отримання заліку з кредитного модуля «автоматом» потрібно мати рейтинг не менше **75 балів**.

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку, виконують залікову контрольну роботу. Завдання залікової контрольної роботи складається з трьох питань різних розділів робочої програми, які оцінюються у **15 балів** кожне, та одна задача, яка оцінюється у **10 балів**. Кожне запитання (завдання) оцінюється за такими критеріями:

- повна відповідь на запитання з елементами оригінального, творчого підходу до пояснення прийнятих рішень, обґрунтування цих рішень на основі демонстрації вмінь залучати фундаментальні знання з хімії - 14-15 (9-10) балів (не менше 90 % потрібної інформації);
- повна і взагалі вірна відповідь на запитання з 1–5 незначними помилками або зауваженнями - 11-13 (7-8) балів (не менше 75 % потрібної інформації);
- взагалі вірна відповідь на запитання 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);
- незадовільна відповідь - 0 балів.

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	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- *Перелік завдань для підготовки до заліку наведений у Google Classroom «Корозія та захист від корозії» (платформа Sikorsky-distance).*
- *Перелік матеріалів, якими дозволено користуватись під час написання контрольних заходів: власноруч написаний конспект лекцій.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено старшим викладачем кафедри технології електрохімічних виробництв, к.т.н., Білоусовою Ніною Аркадіївною

Ухвалено кафедрою _____ (протокол № 14___ від «11» червня 2021 року)

Погоджено Методичною комісією факультету³ (протокол № 10 від 23 червня 2021)

³ Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.