



[W_PV7] КОНСТРУКЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ В ХІМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ



Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	16 - Хімічна інженерія та біоінженерія
Спеціальність	161 - Хімічні технології та інженерія
Освітня програма	Всі ОП
Статус дисципліни	Вибіркова (Ф-каталог)
Форма здобуття вищої освіти	Очна
Рік підготовки, семестр	Доступно для вибору починаючи з 3-го курсу, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кред. (Лекц. 36 год, Практ. 36 год, Лаб. год, СРС. 48 год)
Семестровий контроль/контрольні заходи	Залік
Розклад занять	https://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лекц.: Іваненко І. М. , Практ.: Іваненко І. М. ,
Розміщення курсу	

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Мета освітньої компоненти.

Після засвоєння освітньої компоненти "Конструкційні матеріали в хімічних технологіях" студент має продемонструвати здатність обґрунтовано обирати найбільш ефективні, безпечні, корозійно стійкі конструкційні матеріали для технологічного обладнання і

устаткування неорганічних виробництв (ФК 19).

Предмет освітньої компоненти - конструкційні матеріали, що застосовуються у виробництвах хімічних речовин, та їх властивості.

Студенти після засвоєння освітньої компоненти "Конструкційні матеріали в хімічних технологіях" мають продемонструвати **знання** фізико-хімічних властивостей та корозійної стійкості конструкційних матеріалів, що використовуються для технологічного обладнання і устаткування неорганічних виробництв, а також способів їх грамотної експлуатації та корозійного захисту в умовах технологічного регламенту.

Уміння використовувати теоретичні знання про фізико-хімічні властивості і корозійну здатність конструкційних матеріалів та обґрунтовано їх обирати при виготовленні та експлуатації технологічного обладнання і устаткування неорганічних виробництв.

Набути досвід використання даних про фізико-хімічні властивості і корозійну здатність конструкційних матеріалів і їх застосування при виготовленні та експлуатації технологічного обладнання і устаткування неорганічних виробництв.

Після засвоєння освітньої компоненти студенти мають продемонструвати такі результати навчання: мати передові концептуальні та методологічні знання з хімічних технологій та інженерії і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички (ПРН 01); глибоко розуміти загальні принципи та методи хімічних технологій та інженерії, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері хімічних процесів та пристроїв та у педагогічній практиці (ПРН 04).

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

Освітня компонента "Конструкційні матеріали в хімічних технологіях" займає важливе місце у формуванні світогляду сучасного фахівця спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія і є важливою в навчанні бакалаврів з хімічних технологій неорганічних речовин та водоочищення. Навчальний матеріал освітньої компоненти "Конструкційні матеріали у виробництвах неорганічних речовин" базується на знаннях нормативних дисциплін «Прикладна хімія», «Фізика», «Загальна та неорганічна хімія», «Загальна хімічна технологія», «Процеси і апарати хімічних виробництв».

Для успішного засвоєння матеріалу освітньої компоненти "Конструкційні матеріали в хімічних технологіях" студент повинен володіти знаннями і вміннями, набутими при вивченні дисциплін, перелічених вище.

Постреквізити: виконання бакалаврського проекту.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Матеріалознавство як наука.

Мета і зміст курсу, його зв'язок з іншими дисциплінами. Теоретичне та прикладне матеріалознавство, його завдання. Матеріали, сировина (в т.ч. первісна), напівфабрикати. Історія розвитку матеріалів. Класифікація матеріалів за структурними ознаками: кристалічні матеріали і властивості (атомні, іонні, металічні і молекулярні) та некристалічні тверді матеріали (аморфні, склообразні і полуразупорядочені несклообразні). Класифікація матеріалів за кількістю фаз і масштабом неоднорідностей структури (прості, композиційні та сплави). Класифікація матеріалів за призначенням: конструкційні, електротехнічні, триботехнічні, інструментальні матеріали, робочі тіла, паливо, технологічні матеріали.

Тема 2. Основні властивості конструкційних матеріалів.

Механічні властивості: міцність (деформування, пружна та пластична деформація); твердість; триботехнічні характеристики (зносостійкість, припрацьовуваність, коефіцієнт тертя). Температурні характеристики (холодостійкість, жаростійкість, жароупорність, жароміцність, температурне розширення, теплопровідність). Експлуатаційні властивості (зносостійкість, антифрикційність). Технологічні властивості (зварюваність, оброблюваність різанням, ковкість, ливарні – усадка, рідкоплинність, ліквіація). Електричні властивості (електропровідність, електричний опір). Магнітні властивості (намагніченість, магнітна сприйнятливість, діамагнетизм, діамагнетики, парамагнетики, феромагнетики).

Тема 3. Корозія металів і сплавів.

Корозійна стійкість, корозійне середовище. Хімічна та електрохімічна корозія. Газова, карбонільна корозія. Суцільна рівномірна, суцільна нерівномірна, виразкова, точкова, міжкристалічна, структурно-вибіркова корозія. Активатори і пасиватори. Руйнування неметалічних матеріалів. Фактори, що впливають на розвиток корозії. Корозійна стійкість матеріалів. Швидкість корозії (визначення, формула розрахунку, одиниці виміру). Глибинний показник корозії (визначення, формула розрахунку, одиниці виміру). Взаємозв'язок між швидкістю корозії та глибинним показником корозії. Корозійна стійкість металів згідно ДСТУ. Бал та група корозійної стійкості металів. Галузі використання матеріалів у розчинах гідроксиду натрію та сульфатної кислоти.

Тема 4. Засоби захисту металів і сплавів від корозії.

Способи нанесення плівкових захисних покриттів. Етапи нанесення та формування захисного плівкового шару. Лакофарбові матеріали на основі епоксидних смол. Методи нанесення плівкових захисних покриттів. Спосіб багатошарового нанесення суспензії. Емалювання. Листове захисне покриття (гумування, плавкірування). Футерування апаратів штучними кислототривкими матеріалами. Одношарове, багатошарове і комбіноване футерування..

Тема 5. Основи металознавства. Сталі.

Загальні властивості і класифікація металів (чорні, кольорові, легкі, важкі, рідкісні, легкоплавкі, тугоплавкі). Сталі: визначення, хімічний склад. Постійні технологічні домішки. Приховані шкідливі домішки. Класифікація сталей. Вуглецеві сталі звичайної якості (спокійні, напівспокійні, киплячі груп А, Б, В). Вуглецеві якісні сталі. Леговані конструкційні сталі. Леговані конструкційні сталі. Легуючі елементи та їх вплив на властивості сталей. Жароміцні і жаростійкі конструкційні сталі.

Тема 6. Чавуни

Чавуни: визначення, класифікація, структура, властивості. Білий, сірий, ковкий, високоміцний чавуни, феросиліди, антихлор. Застосування чавунів у технологічних схемах неорганічних речовин.

Тема 7. Кольорові метали і сплави

Алюміній і його сплави. Властивості, процеси. Силуміни. Мідь. Латуні, бронзи. Нікель і його сплави. Титан та конструкційні матеріали на його основі. Магній і його сплави. Свинець. Цирконій. Ніобій

Тема 8. Неорганічні неметалічні корозійностійкі конструкційні матеріали

Неорганічні неметалічні матеріали природного походження: азбест, андезит, бештауніт, діабаз, базальт. Штучні неорганічні неметалічні матеріали: вогнетривка цегла, скло, кераміка, в'язучі силікатні матеріали.

Тема 9. Органічні неметалічні матеріали

Вуглецевографітові матеріали природного (природний графіт) та штучного походження (антегіт, графітоліти), їхні властивості та призначення. Замазка "Арзаміт". Фаоліт. Вініпласт. Фторопласт. Поліетилен. Поліізобутилен. Гума та ебоніт. Фенол-формальдегідні смоли. Матеріали для нанесення покриттів. Покриття із металів та сплавів. Покриття із неорганічних матеріалів. Покриття із полімерів та гуми

4. Навчальні матеріали та ресурси

Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету та у бібліотеці кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології. 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. *Construction Materials in the Productions of Inorganic Substances. Textbook for Bachelor students of the specialty 161 Chemical technologies and engineering specialization «Chemical technologies of inorganic substances and water purification» / Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute ; Comp. Ivanenko Iryna Mykolayivna, Fedenko Yurii Mykolayovych. – Electronic text data (1 file: 2.12 Mbyte). – Kyiv : Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2022. – 163 p. **Код доступу:** <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48854>*
2. Конструкційні матеріали у виробництвах неорганічних речовин [Електронний ресурс] : підручник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Хімічні технології неорганічних речовин та водоочищення» / І. М. Іваненко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 7,80 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 262 с.

Додаткова:

1. WILLIAM D. CALLISTER, JR., DAVID G. RETHWISCH *Materials Science and Engineering. An Introduction* / 2018 John Wiley & Sons, Inc. 992 p. ISBN: 978-1-119-40549-8 **Код доступу:** https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6106560/mod_resource/content/0/Callister%20-%20Materials%20Science%20and%20Engineering%20An%20Introduction%209th%20c2014%20xtbk.pdf

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

	Дата	Опис заняття
1	1-2 робочий тиждень семестру	Тема 1. Матеріалознавство як наука. Мета і зміст курсу, його зв'язок з іншими дисциплінами. Теоретичне та прикладне матеріалознавство, його завдання. Матеріали, сировина (в т.ч. первісна), напівфабрикати. Історія розвитку матеріалів. Класифікація матеріалів за структурними ознаками: кристалічні матеріали і властивості (атомні, іонні, металічні і молекулярні) та некристалічні тверді матеріали (аморфні, склоподібні і напіввпорядочені несклоподібні). Класифікація матеріалів за кількістю фаз і масштабом неоднорідностей структури (прості, композиційні та сплави). Класифікація матеріалів за призначенням: конструкційні, електротехнічні, триботехнічні, інструментальні матеріали, робочі тіла, паливо, технологічні матеріали

2	3-4 робочий тиждень семестру	<p>Тема 2. Основні властивості конструкційних матеріалів. Механічні властивості: міцність (деформування, пружна та пластична деформація); твердість; триботехнічні характеристики (зносостійкість, припрацьовуваність, коефіцієнт тертя). Температурні характеристики (холодостійкість, жаростійкість, жароупорність, жароміцність, температурне розширення, теплопровідність). Експлуатаційні властивості (зносостійкість, антифрикційність). Технологічні властивості (зварюваність, оброблюваність різанням, ковкість, ливарні – усадка, рідкоплинність, ліквіація). Електричні властивості (електропровідність, електричний опір). Магнітні властивості (намагніченість, магнітна сприйнятливість, діамагнетизм, діамагнетики, парамагнетики, феромагнетики)</p>
3	5-6 робочий тиждень семестру	<p>Тема 3. Корозія металів і сплавів. Корозійна стійкість, корозійне середовище. Хімічна та електрохімічна корозія. Газова, карбонільна корозія. Суцільна рівномірна, суцільна нерівномірна, виразкова, точкова, міжкристалічна, структурно-вибіркова корозія. Активатори і пасиватори. Руйнування неметалічних матеріалів. Фактори, що впливають на розвиток корозії. Корозійна стійкість матеріалів. Швидкість корозії (визначення, формула розрахунку, одиниці виміру). Глибинний показник корозії (визначення, формула розрахунку, одиниці виміру). Взаємозв'язок між швидкістю корозії та глибинним показником корозії. Корозійна стійкість металів згідно ДСТУ. Бал та група корозійної стійкості металів. Галузі використання матеріалів у розчинах гідроксиду натрію та сульфатної кислоти</p>
4	7-8 робочий тиждень семестру	<p>Тема 4. Засоби захисту металів і сплавів від корозії. Способи нанесення плівкових захисних покриттів. Етапи нанесення та формування захисного плівкового шару. Лакофарбні матеріали на основі епоксидних смол. Методи нанесення плівкових захисних покриттів. Спосіб багатошарового нанесення суспензії. Емалювання. Листове захисне покриття (гумування, плавкірування). Футерування апаратів штучними кислототривкими матеріалами. Одношарове, багатошарове і комбіноване футерування</p>
5	9-10 робочий тиждень семестру	<p>Тема 5. Основи металознавства. Сталі. Загальні властивості і класифікація металів (чорні, кольорові, легкі, важкі, рідкісні, легкоплавкі, тугоплавкі). Сталі: визначення, хімічний склад. Постійні технологічні домішки. Приховані шкідливі домішки. Класифікація сталей. Вуглецеві сталі звичайної якості (спокійні, напівспокійні, киплячі груп А, Б, В). Вуглецеві якісні сталі. Леговані конструкційні сталі. Леговані конструкційні сталі. Легуючі елементи та їх вплив на властивості сталей. Жароміцні і жаростійкі конструкційні сталі</p>
6	11-12 робочий тиждень семестру	<p>Тема 6. Чавуни Чавуни: визначення, класифікація, структура, властивості. Білий, сірий, ковкий, високоміцний чавуни, феросиліди, антихлор. Застосування чавунів у технологічних схемах неорганічних речовин</p>
7	13-14 робочий тиждень семестру	<p>Тема 7. Кольорові метали і сплави Алюміній і його сплави. Властивості, процеси. Силуміни. Мідь. Латуні, бронзи. Нікель і його сплави. Титан та конструкційні матеріали на його основі. Магній і його сплави. Свинець. Цирконій. Ніобій</p>
8	15-16 робочий тиждень семестру	<p>Тема 8. Неорганічні неметалічні корозійностійкі конструкційні матеріали Неорганічні неметалічні матеріали природного походження: азбест, андезит, бештауніт, діабаз, базальт. Штучні неорганічні неметалічні матеріали: вогнетривка цегла, скло, кераміка, в'язучі силікатні матеріали</p>

9	17-18 робочий тиждень семестру	Тема 9. Органічні неметалічні матеріали Вуглецевографітові матеріали природного (природний графіт) та штучного походження (антегіт, графітоліти), їхні властивості та призначення. Замазка "Арзаміт". Фаоліт. Вініпласт. Фторопласт. Поліетилен. Поліізобутилен. Гума та ебоніт. Фенол-формальдегідні смоли. Матеріали для нанесення покриттів. Покриття із металів та сплавів. Покриття із неорганічних матеріалів. Покриття із полімерів та гуми
---	--------------------------------	--

Практичні заняття

Тиждень	Тема	Опис запланованої роботи
1-2	Тема 2. Основні властивості конструкційних матеріалів	Макро- та мікроскопічний аналіз конструкційних матеріалів на основі металів та металічних сплавів
3-4	Тема 3. Корозія металів і сплавів	Швидкість корозії (визначення, формула розрахунку, одиниці виміру). Глибинний показник корозії (визначення, формула розрахунку, одиниці виміру).
5-6	Тема 4. Засоби захисту металів і сплавів від корозії	Взаємозв'язок між швидкістю корозії та глибинним показником корозії. Корозійна стійкість металів згідно ДСТУ. Бал та група корозійної стійкості металів.
7-8	Тема 5. Основи металознавства. Сталі	Діаграми стану подвійних систем. Діаграма стану системи «залізо – вуглець». Їх аналіз та застосування при виборі конструкційних матеріалів. Залежність механічних властивостей конструкційних матеріалів від їх хімічного складу
9-10	Тема 5. Основи металознавства. Сталі.	Марки і види сталей та білих чавунів. Види термічної обробки сталей і чавунів
11-13	Тема 6. Чавуни	Сірі, ковкі та високоміцні чавуни
14-16	Тема 7. Кольорові метали і сплави	Структури сталей та металічних сплавів після термічної та хіміко-термічної обробки.
17	Написання МКР	Написання МКР
18	Підсумкове заняття	Захист РР

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, виконання розрахункової роботи, підготовку до практичних занять та захисту розрахункової роботи, підготовку до заліку. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Повторення лекційного матеріалу	0,5 години на тиждень
Підготовка до практичних занять	1 година на тиждень
Виконання розрахункової роботи	15 годин
Підготовка до МКР (повторення матеріалу)	4 години
Підготовка до заліку	6 годин

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

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

На початку кожної лекції проводиться опитування за матеріалами попередньої лекції із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms). Перед початком чергової теми лектор може надсилати питання із застосуванням інтерактивних засобів з метою визначення рівня обізнаності здобувачів за даною темою та підвищення зацікавленості.

Правила захисту розрахункової роботи (РР):

1. До захисту РР допускаються студенти, які правильно виконали завдання РР і оформили її належним чином. При неправильному виконанні РР їх слід усунути.
2. Захист відбувається за графіком, зазначеним у п.5 за індивідуальними завданнями.
3. Після перевірки завдання викладачем на захист виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною.

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.

8. 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: опитування на лекціях, виконання завдань на практичних заняттях, написання МКР, захист РР.
2. Семестровий контроль: Залік.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

1. Рейтинг студента з освітньої компоненти розраховується виходячи із 100-бальної шкали. Стартовий рейтинг складається з балів, що студент отримує за:
 - роботу на 16 лекціях;
 - роботу на 16 практичних заняттях;
 - написання модульної контрольної роботи (МКР);
 - виконання та захист розрахункової роботи (РР).

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Робота на лекції:

- повна відповідь на питання – 2 бали;
- є певні недоліки у відповіді – 1 бал;
- питання не розкриті – 0 балів.

2.2. Робота на практичних заняттях:

- бездоганна робота – 2 бали;
- є певні недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 1 бал;
- робота не виконана або не захищена – 0 балів.

2.3. Модульний контроль.

Ваговий бал – **16 балів**. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 16-15 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 14-13 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 12-10

балів;

- незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

2.4. Розрахункова робота.

Ваговий бал – **20 балів**. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- творчо виконана робота, виконані всі вимоги до роботи – 20-19 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками, виконані майже всі вимоги до роботи, або є несуттєві помилки – 18-17 балів;
- роботу виконано з певними помилками, є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки – 16-15 балів;
- роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки) – 0 балів.

4. На заліку студенти отримують завдання, кожне з яких містить два теоретичних запитання і одне практичне (завдання). Кожне запитання (завдання) оцінюється за такими критеріями:

Кожне теоретичне питання оцінюється у 30 балів, а практичне – 40 балів.

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 30-28 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 27-25 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 24-22 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Система оцінювання практичного запитання:

- «відмінно», повне безпомилкове розв'язування завдання – 40-38 балів;
- «добре», повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями – 37-35 балів;
- «задовільно», завдання виконане з певними недоліками – 34-32 бали;
- «незадовільно», завдання не виконано – 0 балів.

Максимальна сума балів, яку студент може набрати протягом семестру, складає 100 балів:

$$RC = r_{лк} + r_{пр} + r_{мкр} + r_{рр} = 32+32+16+20= 100 \text{ балів.}$$

Умовою допуску до Заліку є зарахування всіх практичних занять, написання МКР, виконання та захист розрахункової роботи та кількість рейтингових балів не менше 60.

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Вимоги до оформлення розрахункової роботи, перелік запитань до МКР та заліку наведені в Електронному Кампусі КПІ.

Опис матеріально-технічного та інформаційного забезпечення дисципліни

Силабус, РСО, Контрольні завдання, Презентації, Підручник українською і англійською мовами

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено [Іваненко І. М.](#);

Ухвалено кафедрою ТНРВ та ЗХТ (протокол № 27 від 24.06.2024)

Погоджено методичною комісією факультету/ННІ (протокол № 10 від 21.06.2024)