



Національна академія наук України
Інститут проблем матеріалознавства
ім. І.М. Францевича



Силабус (робоча програма) навчальної дисципліни

ПІДХОДИ КОНСТРУЮВАННЯ КЕРАМІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ РОБОТИ В КОНТАКТІ З МЕТАЛАМИ І СПЛАВАМИ

DESIGN OF CERAMIC MATERIALS FOR WORK IN CONTACT WITH METALS AND ALLOYS

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>третій (освітньо-науковий)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>132 Матеріалознавство</i>
Освітня програма	<i>Порошкова металургія та композиційні матеріали</i>
Статус дисципліни	<i>дисципліна вільного вибору</i>
Форма навчання	<i>денна (очна), он-лайн/офф-лайн</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс навчання, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>3 кредити ECTS, 90 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік</i>
Розклад занять	<i>лекція – раз на тиждень (32 години); практика/семінар/консультації – 1 раз на два тижні (16 годин); самостійна робота 42 год., у тому числі на виконання індивідуальних/домашніх завдань 20 год, залік – 1 год</i>
Мова викладання	<i>українська</i>
Інформація про викладачів	<i>Доктор філософії, старший науковий співробітник, Ведель Дмитро Вікторович, vedeldv@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>Google Classroom; доступ за запрошенням викладача</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Навчальна дисципліни присвячена теоретичним та практичним основам конструювання нового класу керамічних матеріалів, які будуть працювати у парі із металами та сплавами.

Предмет освітньої компоненти – нові технології виготовлення керамічних матеріалів і пошук методів їх удосконалення з метою підвищення їх стабільності під час роботи в контактi з металами та сплавами при підвищених температурах.

Метою освітньої компоненти є формування у здобувачів вищої освіти (з.в.о.) рівня PhD компетентностей:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі матеріалознавства, проводити дослідно-інноваційну діяльність, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики.

Загальні компетентності:

ЗК01. Здатність до освоєння і системного аналізу через наукове сприйняття і критичне осмислення нових знань.

ЗК02. Здатність до критичного аналізу і креативного синтезу нових ідей.

ЗК03. Здатність до розв'язування складних завдань, розуміння відповідальності за результат роботи з урахуванням вимог до академічної та професійної доброчесності.

ЗК06. Здатність оцінювати соціальну значимість результатів своєї діяльності, сприймати та використовувати в своїй роботі нові знання та технології, усвідомлювати принципи відкритої науки.

ЗК09. Здатність до самостійного освоєння нових технологій та методів дослідження.

Фахові компетентності:

ФК01. Здатність проводити інноваційну діяльність, що сприяє створенню нових знань у матеріалознавстві та суміжних міждисциплінарних галузях.

ФК02. Здатність застосовувати новітні підходи до аналізу інформації і застосування її для створення новітніх матеріалів та підвищення ефективності сучасних виробничих процесів.

ФК09. Здатність до аналізу результатів сучасних досліджень в області матеріалознавства металевих, керамічних, композиційних та нано- матеріалів для вирішення наукових і практичних проблем і генерації нових знань.

ФК10. Здатність до генерації нових ідей, самостійного планування та здійснення наукової діяльності, адаптації та впровадження інноваційних технологій з урахуванням експлуатаційних вимог.

Програмні результати навчання. Після засвоєння освітньої компоненти здобувачі вищої освіти мають продемонструвати такі результати навчання:

РН02. Володіти концептуальними та методологічними знаннями в галузі матеріалознавства та бути здатними застосовувати їх до професійної діяльності на межі предметних галузей.

РН04. Встановлювати закономірності управління складом, структурою та властивостями матеріалів різної природи та функціонального призначення на основі фізико-хімічних процесів у матеріалах, з метою створення матеріалів із заданими структурами та характеристиками.

РН05. Встановити закономірності та вивчити особливості поведінки матеріальних об'єктів шляхом використання фундаментальних принципів фізичного, математичного, фізико-хімічного та імітаційного моделювання, а також застосування методів теоретичного й експериментального аналізу структури та властивостей матеріалів.

PH07. Визначатись з факторами та критеріями, які необхідно враховувати при експертизі науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт та проектів в галузі матеріалознавства враховуючи технологічний, економічний, соціальний ефект та вплив на стан довкілля.

PH09. Застосовувати у науковій та практичній діяльності провідні тенденції, ключові напрями та перспективи розробки нових матеріалів різної природи, основи сучасних технологій виготовлення конструкційних і функціональних матеріалів, «розумних» та біо-матеріалів, матеріалів спеціального (оборонного) призначення, з подовженим строком експлуатації та для відновлюваних джерел енергії.

PH15. Володіти навичками усної і письмової презентації результатів досліджень державною та іноземною мовами.

PH18. Дотримуватись етичних норм, враховувати авторське право та норми академічної доброчесності при проведенні наукових досліджень, презентації їх результатів та у науково-педагогічній діяльності.

PH19. Знайти оригінальне рішення, направлене на розв'язання конкретної науково-технічної проблеми.

2. Місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою

Перелік освітніх компонент, знань та умінь, володіння якими необхідні здобувачу вищої освіти для успішного засвоєння освітньої компоненти:

Пререквізити:	
Основи матеріалознавства	Основна міждисциплінарна галузь в якій необхідний аналітичний підхід, розуміння фізичних та хімічних властивостей матеріалів, здатність проводити аналізувати вплив технології, складу на властивості.
Діаграми стану	Основні підходи розуміння, як компоненти системи взаємодіють між собою, здатність читати та інтерпретувати графічні зображення, знання про стани, переходи і події в системах.
Науково-дослідна практика	Знання в області технологій та інженерії, а також дослідницькі вміння, необхідні для проведення досліджень у науково-технічній сфері.
Постреквізити:	
Наукова складова	Планування і виконання експериментальних досліджень з використанням сучасних методів та методик дослідження, критичний аналіз результатів досліджень.

3. Зміст освітньої компоненти

Тема 1. Вступ до основ матеріалознавства.

Тема охоплює основні поняття та принципи матеріалознавства, включаючи класифікацію матеріалів, їх фізичні та хімічні властивості, а також вплив структури на поведінку матеріалів. Розглядаються різні категорії матеріалів такі, як метали, полімери, кераміка та композити, а також їх застосування в промисловості. Тема також підкреслює важливість матеріалознавства для розвитку технологій і інновацій у сучасному світі.

Тема 2. Нові керамічні матеріали та методи їх отримання.

Тема охоплює сучасні досягнення в галузі керамічних матеріалів, зокрема нові композиції, що забезпечують покращені механічні, термічні та електричні властивості.

Також акцентується увага на застосуванні нових керамічних матеріалів у різних сферах, включаючи авіабудування, машинобудування та енергетику.

Тема 3. Новітні сплави на основі заліза та нікелю.

Тема присвячена сучасним розробкам сплавів, що в основі містять залізо та нікель. Розглядаються різні типи сплавів такі, як нержавіючі сталі та суперсплави, їх структура та легуючі елементи. Також акцентується увага на застосуванні цих сплавів у промисловості, а також їх роль у підвищенні ефективності та довговічності виробів.

Тема 4. Способи взаємодії кераміки та металів чи сплавів під час експлуатації.

Тема розкриває механізми взаємодії між керамічними матеріалами та металами або сплавами в умовах експлуатації, зокрема вплив температури, механічних навантажень та у корозійних середовищах. Розглядаються поняття адгезії, когезії, дифузії та утворення нових сполук.

Тема 5. Твердофазна взаємодія у системі кераміки та металу.

Тема зосереджена на дослідженні твердофазної взаємодій між керамікою та металами, включаючи механізми дифузії, реакційної взаємодії та утворення нових фаз на межі контакту. Розглядаються фактори впливу такі, як температура, тиск та склад матеріалів. Акцентується увага на теоретичних моделях та експериментальних методах, що дозволяють вивчати ці процеси.

Тема 6. Рідкофазна взаємодія у системі кераміки-метали та сплави.

Тема присвячена дослідженню рідкофазної взаємодій між керамічними матеріалами та металами або сплавами в умовах присутності рідкої фази. Розглядаються механізми взаємодії на межі між фазами та реакцій, які можуть призводити до форсування нових сполук. Також обговорюються недоліки та переваги в практиці застосування рідкофазних взаємодій у виробництві нових композитів та їх вплив на властивості готових виробів.

Тема 7. Методи створення бар'єрних покриттів для зменшення взаємодії

Тема охоплює різні методи розробки бар'єрних покриттів, призначених для зменшення взаємодії між керамічними та металевими матеріалами. Розглядаються технології нанесення покриттів, включаючи оксиди, нітриди. Акцентується увага на зміні механізму взаємодії. Обговорюються практичні застосування бар'єрних покриттів у різних галузях промисловості.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці інституту, а також може бути надана в електронному вигляді. Обов'язковою до вивчення є базова література, інші матеріали – факультативні.

Базова література:

1. Г.П. Кисла, П.І. Лобода, В.Є.Федорчук, М.О. Сисоєв Матеріалознавство тугоплавких металів та сполук. Посібник – Київ: «Центр учбової літератури», 2017. – 320с.
2. В.В. Коваленко, В.М. Гарнець Конструкційне матеріалознавство, Посібник, Либідь, 2007, - 384 с.
3. Е.С. Геворкян, Г.Д. Семченко, Л.А. Тимофеева, Нерубацький В.П., Нові матеріали та технології їх отримання: Підручник, Харків : УкрДУЗТ, 2015. – 345 с.
4. А.М. Степанчук, І.І. Білик. Матеріали для напилювання покриттів Посібник – Київ: «Центр учбової літератури», 2016. – 236с.

5. G. Borchardt, K. Gomann, M. Kilo, H. Schmidt. *Diffusion in Ceramics*, 2013, <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-18437-1>

6. В.І. Дибков *Твердофазна хімічна кінетика і реакційна дифузія*, Підручник, Київ – ІПМ- 2002, 254 с.

7. Спиридонова І.М., Панасюк А.Д., Сухова Е.В., Уманський О.П. *Стабільність композиційних матеріалів*, Підручник, Дніпропетровськ, 2011, - 244 с.

Додаткова література:

1. R.M. German, P. Suri, S.J. Park, *Review: liquid phase sintering*, *J. Mater. Sci.* 44 (2009) 1–39, <https://doi.org/10.1007/s10853-008-3008-0>.

2. Klomp, J.T., Vrugt, P.J. (1981). *Interfaces Between Metals and Ceramics*. In: Pask, J., Evans, A. (eds) *Surfaces and Interfaces in Ceramic and Ceramic – Metal Systems*. *Materials Science Research*, vol 14. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4684-3947-2_8

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Передбачено комплексний підхід, що поєднує лекції та семінари, а також розгляд питань, що виносяться на самостійну роботу. При читанні лекцій застосовується ілюстративний матеріал у вигляді презентацій, які розміщені в Google Classroom. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої. Метою практичних занять є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях та в процесі самостійної роботи з літературними джерелами в ході вивчення освітньої компоненти.

6. Самостійна робота

Самостійна робота включає повторення лекційного матеріалу, опрацювання рекомендованої літератури, що дозволяє розширити та поглибити знання з дисципліни, підготовку до практичних завдань та заліку.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування лекційних та семінарських занять, які можуть проводитись як он-лайн, так і офф-лайн, є обов'язковим. У випадку відсутності на занятті аспіранти зобов'язані повідомити викладача заздалегідь і надати документальне підтвердження причини відсутності, якщо це можливо. На початку кожної лекції проводиться опитування за матеріалами попередньої лекції із застосуванням інтерактивних засобів з метою визначення рівня обізнаності здобувачів за даною темою та підвищення зацікавленості. Під час сигналу повітряної тривоги заняття негайно припиняється, а всі учасники навчального процесу повинні пройти в найближче укриття. Для завершення заняття організується додатковий час.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів. Заохочувальні бали можуть нараховуватись викладачем за активну участь у заняттях, виконання творчих робіт з освітньої компоненти або додаткового проходження он-лайн профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату. Але їх сума не може перевищувати 25% від рейтингової шкали. Штрафні бали в рамках освітньої програми не передбачені.

Політика дедлайнів та перескладань. Дедлайни здачі завдань та контрольних робіт є обов'язковими. У разі поважних причин, здобувачі вищої освіти можуть звернутись до викладача для можливої зміни продовження термінів. Запити на продовження дедлайну повинні бути подані заздалегідь.

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

В рамках навчальної дисципліни передбачено кілька видів контролю та систему рейтингування результатів навчання, а саме:

Поточний контроль: опитування під час лекцій та на семінарських заняттях.

Семестровий контроль: залік.

Рейтингова система оцінювання формується з суми балів, набраних під час поточного та семестрового контролю. Рейтинг аспіранта R розраховується за 100 бальною шкалою та складається з балів, що він отримує протягом семестру (стартовий рейтинг) S та диференційованого заліку C . Додаткові бали D можна отримати за активну участь у заняттях, виконання творчих робіт з освітньої компоненти або додаткового проходження он-лайн профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату. Таким чином, сумарний рейтинговий бал розраховується як

$$R=S + C + D$$

Стартовий рейтинг S складається з балів, що аспірант отримує за відвідування занять (1 бал), активну роботу на занятті (2 бали), правильну відповідь при поточному опитуванні (2 бали), виконання творчого завдання (5 балів). Максимальна сума балів, яку аспірант може набрати протягом семестру (стартовий рейтинг), складає 50 балів. Умовою допуску до заліку є кількість рейтингових балів не менше 30.

На заліку здобувачі вищої освіти виконують письмову тестову роботу, що складається з 50 питань. Кожне запитання (завдання) оцінюється в 1 бал. Умовою успішної здачі заліку є кількість отриманих за залікову роботу балів не менше 30.

Сумарний рейтинговий бал розраховується за формулою:

$$R=S + C + D,$$

де S – стартовий рейтинг;

C – залік;

D – додаткові бали.

Відповідність між кількістю балів, оцінкою за національною шкалою та шкалою ECTS наведена в таблиці.

Кількість балів	Шкала ECTS	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	Відмінно
85-89	B	Добре
75-84	C	
65-74	D	
60-64	E	Задовільно
Менше 60	FX	Незадовільно
Не виконані умови допуску		Не допущено

9. Додаткова інформація з освітньої компоненти

Робочу програму освітньої компоненти (силабус):

Складено старший науковий співробітник, доктор філософії, Ведель Д.В.

Ухвалено Вченою радою Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича Національної академії наук України (протокол №10 від «06» серпня 2024 р.).