



Матеріалознавство тугоплавких композиційних матеріалів

3-Композиційні матеріали

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія¹</i>
Спеціальність	<i>132 Матеріалознавство</i>
Освітня програма	<i>Нанотехнології та комп'ютерний дизайн матеріалів</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/дистанційна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен / МКР</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ViewSchedule.aspx?v=20e01179-2baa-4019-83af-cfda884dd0d4</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., старший дослідник, Солодкий Є.В., evgen.solodky@gmail.com² Лобораторні: к.т.н., старший дослідник, Солодкий Є.В., evgen.solodky@gmail.com Практичні: к.т.н., старший дослідник, Солодкий Є.В., evgen.solodky@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?session=478952b96f5d</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Вивчаючи дисципліну, студенти навчаться прогнозувати фізико-механічні властивості композиційних матеріалів в залежності від їх хімічного, фазового складу та структури. Набуті знання дадуть змогу передбачати фізико-механічні властивості матеріалів в залежності від способів отримання та умов експлуатації. Дозволять обґрунтовувати з фізико-хімічної, економічної та екологічної точки зору вибір технологічного процесу отримання матеріалів, виробів з них з заданими фізико-механічними властивостями;

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей:

- підбирати матеріали для отримання композитів з оптимальними властивостями;*

¹В полях Галузь знань/Спеціальність/Освітня програма:

Для дисциплін професійно-практичної підготовки зазначається інформація відповідно до навчального плану. Для соціально-гуманітарних дисциплін вказується перелік галузей, спеціальностей, або «для всіх».

²Електронна пошта викладача або інші контакти для зворотного зв'язку, можливо зазначити прийомні години або години для комунікації у разі зазначення контактних телефонів. Для силабусу дисципліни, яку викладає багато викладачів (наприклад, історія, філософія тощо) можна зазначити сторінку сайту де представлено контактну інформацію викладачів для відповідних груп, факультетів, інститутів.

- вибору теоретичних та експериментальних методів визначення властивостей композиційних матеріалів;
- уміння виявлення взаємозв'язку між хімічним складом, технологією одержання, структурою та експлуатаційними характеристиками тугоплавких та композиційних матеріалів;
- виявляти та ставити проблеми в сфері матеріалознавства, приймати ефективні рішення для їх вирішення;
- критичного аналізу та прогнозування характеристик нових та існуючих матеріалів, параметрів процесів їх отримання і обробки та використання у виробках (або у виробничих умовах)

розвиток загальних компетентностей, які полягають у:

- Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями;
- здатності до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- здатність застосування знань у практичних ситуаціях;

а також розвиток фахових компетентностей, які полягають у:

- Здатність застосовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для підтримки діяльності в сфері матеріалознавства;
- Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, фізичні і технічні методи і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних матеріалознавчих завдань;
- Здатність забезпечувати якість матеріалів та виробів;
- Здатність застосовувати навички роботи із випробувальним устаткуванням для вирішення матеріалознавчих завдань;
- Здатність виконувати дослідницькі роботи в галузі матеріалознавства, обробляти та аналізувати результати експериментів.

Предмет навчальної дисципліни “Матеріалознавство тугоплавких композиційних матеріалів 3-Композиційні матеріали” – основні закономірності створення композиційних матеріалів із заданими фізико-механічними властивостями та вплив на них різних факторів: атомно-кристалічної будови, структури, методу отримання, умов експлуатації, тощо.

Після засвоєння навчальної дисципліни студент повинен:

- теоретично прогнозувати фізико-механічні властивості матеріалів в залежності від їх хімічного складу, природи хімічного зв'язку, атомарної та мікроструктури, напружено-деформованого стану та оцінки поведінки матеріалів під дією напружень, при нагріванні та хімічній взаємодії;
- передбачати фізико-механічні властивості матеріалів в залежності від способів обробки та умов експлуатації;
- обґрунтовувати з фізико-хімічної, економічної та екологічної точки зору вибір технологічного процесу отримання матеріалів, виробів та покриттів з них з заданими властивостями;
- обирати методи випробувань дослідних зразків композиційних матеріалів та виробів з них;
- синтезувати відсутню інформацію у ході пошукової діяльності на підставі аналізу та оцінки повноти інформації;
- обирати необхідні сучасні методи дослідження проблеми.
- володіти логікою та методологією наукового пізнання;
- Знати та вміти використовувати знання фундаментальних наук, що лежать в основі відповідної спеціалізації матеріалознавства, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми

- володіти засобами сучасних інформаційних та комунікаційних технологій та професійної діяльності;
- уміти експериментувати та аналізувати дані;
- розуміти будову композиційних матеріалів та обирати оптимальні методи модифікації їх властивостей;

Студент повинен набути досвід:

- прогнозування фазового складу та структури композиційних матеріалів з метою отримання необхідних фізико-механічних властивостей;
- оцінювати доцільність застосування композиційних матеріалів відповідно до умов їх експлуатації.

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

Дисципліна викладається в сьомому семестрі підготовки за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

Дисципліни, знання з яких необхідні для вивчення навчальної дисципліни “Матеріалознавство тугоплавких композиційних матеріалів 3-Композиційні матеріали”:

- фізика;
- хімія;
- фізична хімія;
- теоретична та прикладна механіка
- кристалографія, кристалохімія та мінералогія;
- фізика конденсованого стану;
- металознавство.

Знання, що студент отримає під час вивчення дисципліни «Матеріалознавство тугоплавких композиційних матеріалів 3-Композиційні матеріали» необхідні для поглибленого вивчення таких дисциплін:

- інженерне матеріалознавство;
- основи отримання порошкових та композиційних матеріалів;
- фундаментальні основи нанотехнологій;
- теорія та технологія формування та спікання ПКМ;
- технологія виробництва ПКМ;
- порошкові та композиційні матеріали для медицини;
- матеріали авіаційної та космічної техніки.

3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль (розділ) 1. Класифікація композиційних матеріалів

Тема 1.1 Класифікація композиційних матеріалів за: походженням, природою компонентів, призначенням, природою матриці та включень, структурою та ін.

Тема 1.2 Дисперснозміцнені композиційні матеріали.

Тема 1.3 Волокнисті композиційні матеріали.

Тема 1.4 Шаруваті композиційні матеріали.

Змістовий модуль (розділ) 2. Інженерне матеріалознавство композиційних матеріалів.

Тема 2.1 Полімерні композиційні матеріали

Тема 2.2 Кермети

Тема 2.3 Керамічні композиційні матеріали

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Васильев, В.В. Композиционные материалы [Текст] / В.В. Васильев, В.Д. Протасов, В.В. Болотин [и др.]. – М.: Машиностроение, 1990. – 512с.
2. Спеченые материалы для электротехники и электроники. Справочник под ред. чл.-к. Г. Г. Гнесина. -Металлургия. 1981г. -344с.
3. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. -М.: Государственное издательство физ.-мат. литературы. 1962г. -696с.
4. Портной Ю. И., Салибеков С. Е., Светлов И. И., Чубарев В. И. Структура и свойства композиционных материалов. -М.:Машиностроение. 1979г. -182с.
5. Соколовская Е. М., Гузей Л. С. Металловедение. -М.:Московский университет. 1986г. -260с.
6. Карпинос Д. М., Тучинский Л. И., Вишняков Л. Р., Новые композиционные материалы. -К.:Вища школа. 1977г. -321с.
7. П.С. Кислый, Н.И. Боднарук, М.С. Боровикова и др. Керметы. - Киев: «Наукова думка», 1985, 272 с.
8. Скороход В. В. Порошковые материалы на основе тугоплавких металлов и соединений. - К.:Техника. 1982г. -167с.
9. Копань В. Композиційні матеріали. – Київ: «Пульсари» 2004р. – 196с.
10. Лахтин, Ю.М. Материаловедение [Текст] / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. – М.: Машиностроение, 1990. – 527с.
11. А. Меткалф. Поверхности раздела в металлических композитах / перевод с англ. Москва, изд-во Мир. 1978. 437 с.
12. Григорович В.К., Шефтель Е.Н. Дисперсионное упрочнение тугоплавких металлов. Москва, изд-во Наука. 1980. 303 .
13. Волокнистые композиционные материалы. Под редакцией Дж. Уитона и Э. Скала / перевод с англ. Москва, изд-во Metallurgy. 1978. 238 с.

Додаткова література

1. Арзамасов Б. Н., Сидорин И. И. и др. Материаловедение. -М.:Машиностроение. 1986г. -383с.
2. Сучасне матеріалознавство ХХІ сторіччя. -Київ: Наукова думка. 1998р. -658с.
3. Современные композиционные материалы. Под редакцией Л. Браутмана и Р. Крока / перевод с англ.. Москва, изд – во Мир. 1970. 672 с.
4. Сайфуллин Р.С. Неорганические композиционные материалы. Москва, из-во Химия. 1983. 304 с.
5. <https://www.scopus.com/>
6. <https://scholar.google.com/>
7. <https://link.springer.com/>
8. <https://www.sciencedirect.com/>
9. <https://www.wiley.com/en-us>
10. <https://webofknowledge.com/>

Перераховані книги є у вільному доступі в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського і можуть бути використані для отримання базових знань по механічних властивостях керамічних композиційних матеріалів.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Зміст лекційних занять

Лекція 1. Вступ. Визначення основних понять. Класифікація композиційних матеріалів. Література: [1].

Лекція 2. Термомеханічна та кінетична сумісність фаз. Поверхнева енергія. Змочування твердої фази рідкою. Міцність зв'язку на границях фаз.[3, 6, 7, 10, 11].

Лекція 3. Дисперснозміцнені сплави. Механізми зміцнення дисперсними частинками. Пружні властивості дисперснозміцнених сплавів. Дисперснозміцнені композиційні матеріали на основі ZrO₂. Провідність двофазних систем з малою концентрацією другої фази. [1, 2, 4, 8, 9, 12] .

Лекція 4. Волокнисті композиційні матеріали. Механічні властивості однонаправлених композиційних матеріалів. [4, 6, 9, 13]. Шаруваті композиційні матеріали. Провідність шаруватих структур [2, 6, 9].

Лекція 5. Полімерні композиційні матеріали. Вплив структури та фазового складу на фізико-механічні властивості. Технології отримання [1, 6, 9, 13].

Лекція 6. Кермети. Основи вибору компонентів. Структурні рівні матеріалів. Взаємозв'язок рівнів структури з властивостями матеріалів. Провідність статистичних сумішей. Технологія виготовлення виробів із керметів.[7, 2, 6]

Лекція 7. Керамічні композиційні матеріали. Структури та властивості. Технології отримання [1, 6, 8]

Лекція 8. Спрямовано армовані композиційні матеріали. Особливості структури та технологій її отримання [6, 8].

Лекція 9. Наноструктурні композиційні матеріали. Вплив наноструктури на фізико-механічні властивості композиційних матеріалів. Особливості технологій отримання. Модульна контрольна робота.

Основні завдання циклу лабораторних занять:

- навчитися досліджувати кристалічну структуру і фазовий склад композиційних матеріалів методом рентгенівського аналізу;
- вивчити взаємозв'язок між атомно-кристалічною будовою композиційних матеріалів з їх механічними властивостями – мікротвердістю, мікрокрихкістю тріщиностійкістю, мікроміцністю;
- навчитися розраховувати і вимірювати електропровідність пористих і гетерофазних матеріалів;
- встановити вплив технологічних параметрів процесів отримання композиційних матеріалів на їх структуру та фізико-механічні властивості;
- навчитися аналізувати структуру композиційних матеріалів за допомогою електронно мікроскопічних методів.

Зміст лабораторних занять

1. Взаємозв'язок структури композиційних матеріалів та їх властивостей. (2 години).
2. Рентгенівський аналіз композиційних матеріалів (6 годин).
3. Вплив дисперсних включень тугоплавких сполук на механічні властивості пластичних металів (4 години).
4. Вплив фазового складу та структури керамічних композитів на їх механічні властивості (6 годин).

Основні завдання циклу практичних занять:

- закріплення студентами теоретичних положень навчальної дисципліни і набуття умінь та досвіду їх практичного застосування.

Зміст практичних занять

1. Розрахунок густини композиційного матеріалу
2. Розрахунок електропровідності пористих матеріалів.
3. Розрахунок електропровідності композиційних матеріалів з шаруватою структурою.

4. Розрахунок електропровідності композиційних матеріалів з матричною структурою з різною формою включень.
5. Розрахунок модулів пружності пористих матеріалів.
6. Розрахунок модулів пружності композиційних матеріалів.
7. Розрахунок границі текучості пористих матеріалів в залежності від характеру навантаження.
8. Розрахунок границі текучості дисперснозміцнених композиційних матеріалів.
9. Розрахунок напруження та деформації в керметах.

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота здобувачів (загальна тривалість 96 годин) з дисципліни полягає в:

- самостійному опрацюванні літературних джерел для розширення розуміння лекційних тем, для детального ознайомлення з сучасними тенденціями аналізу механічної поведінки матеріалів – в розрахунку 1,5 годин на 1 годину лекційного заняття = 27 годин;
- підготовці до виконання лабораторних занять, в тому числі за тематикою виконання дисертаційної роботи – в розрахунку 1 години на 1 годину виконання лабораторного заняття = 18 годин;
- підготовці до МКР (21 година);
- підготовці до семестрового контролю – екзамену (30 годин).

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які ставляться перед здобувачем:

- Відвідування усіх видів занять є бажаним.
- Завдання пропущеного практичного заняття здобувач повинен виконати в час, узгоджений з викладачем.
- Під час усіх видів аудиторних занять забороняється використання мобільних телефонів у звуковому режимі, дозволяється обмежене використання месенджерів у беззвучному режимі. Під час практичних занять дозволяється застосування персональних комп'ютерів для пошуку інформації, використання власних хмарних ресурсів, тощо.
- Заохочувальні бали можуть бути призначені за особливі успіхи у навчанні – переважно використання опрацьованих методик дослідження для розв'язання реальних задач за тематикою власних наукових досліджень. Сумарна кількість заохочувальних балів може складати від 1 до 10 балів.
- Політикою дедлайнів передбачається необхідність своєчасного виконання завдань. Усі письмові документи мають бути захищені до закінчення теоретичного навчання в семестрі.
- Усі учасники освітнього процесу: викладачі і здобувачі в процесі вивчення дисципліни мають керуватись принципами академічної доброчесності, передбаченими «Кодексом честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»» <https://kpi.ua/code>.

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

Поточний контроль:

- Експрес-опитування на лекційних заняттях – максимум 1 бал, всього 9 балів.
- Тестування на практичних заняттях – максимум 2 бали, всього 18 балів.
- 1 модульна контрольна робота, що проводиться на 9-му навчальному тижні. Максимальна оцінка 20 балів.

- Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг не менше 47 балів за умови виконання усіх лабораторних робіт.

Екзамен проводиться у вигляді письмового опитування; завдання включає 5 теоретичних питань зі списку Додатку А; на підготовку виділяється 1 академічна година.

Відповідь на питання оцінюється за 100-бальною шкалою, відповідно:

- «відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв'язування завдання);
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь або є незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними недоліками);
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками);
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно».

Оцінка за відповідь знижується – за принципові помилки у відповіді на 15-10 балів, за неповну відповідь на 10-5 балів, за неправильне використання термінів на 5 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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль знаходиться в Додатку А.
- Лабораторні роботи плануються з максимальним використанням обладнання лабораторій ЦККНО «Матеріалознавство тугоплавких сполук та композитів» при ІМЗ ім. Є.О. Патона, яке застосовується при одержанні та дослідженні широкого спектру порошкових, композиційних матеріалів та покриттів. Лекційний курс планується таким чином, щоб розглянути можливість створення нових композиційних матеріалів з покращеними фізико-механічними властивостями застосовуючи сучасні підходи по вибору фазових складових та технології отримання з них композиційних матеріалів. Лабораторні роботи проводяться у такій послідовності, щоб максимально дати студентам основні принципи створення композиційних матеріалів та наступного визначення їх основних властивостей в залежності від структури та фазового складу. Практичні заняття проводяться у такій послідовності, щоб максимально дати студентам теоретичні основи для виконання розрахунків.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент, к.т.н, старший дослідник, Солодкий Є.В.

Ухвалено кафедрою ВТМ та ПМ (протокол № __ від 22 червня 2021 р.)

Погоджено Методичною комісією ІМЗ ім. Є. О.Патона (протокол № _ від _____ 2021 р.)

Перелік питань на семестровий контроль

по курсу: **“Матеріалознавство тугоплавких композиційних матеріалів 3-Композиційні матеріали”**

1. Що таке композит? Класифікація композитів.
2. Що таке матриця? Які типи існують?
3. Що таке армуюча складова? Які типи існують?
4. Класифікація композиційних матеріалів по структурі.
5. Назвіть 5 композитів які зустрічаються у природі та вкажіть на їх застосування.
6. Назвіть п'ять металоматричних композитів та вкажіть на їх застосування.
7. Назвіть три керамоматричні композити та вкажіть на їх застосування.
8. Для яких композитів не існує поняття матриці?
9. Як можна охарактеризувати армуючу складову у композиті?
10. Яка різниця між ізотропними і анізотропними композитами.
11. Яка роль волокон у вуглепластику.
12. Яка роль матриці у вуглепластику.
13. Яка роль керамічних волокон в титаноматричному композиті?
14. Який композит міцніше? З довгими волокнами чи короткими? Чому?
15. Назвіть 5 застосувань вуглепластиків.
16. Яким чином обирають компоненти керамоматричного композиту? Які критерії вибору ви знаєте?
17. аведіть приклад неметалевої матриці з металевими включеннями. Бажано зазначити мікроструктуру композиту (можна зображення з мережі інтернет)
18. Наведіть приклад керамічної матриці з керамічними включеннями. Бажано зазначити мікроструктуру композиту (можна зображення з мережі інтернет)
19. Наведіть 3 конкретні приклади керамоматричного композиту та вкажіть його застосування.
20. Вкажіть 3 методи отримання керамоматричних композитів
21. Яким чином обирають компоненти композитів з полімерною матрицею? Які критерії вибору ви знаєте?
22. Наведіть приклад композиційних матеріалів з полімерною матрицею та керамічними включеннями. Вкажіть застосування композиту
23. Наведіть приклад композиційних матеріалів з полімерною матрицею армовану вуглецевими включеннями. Вкажіть застосування композиту
24. Вкажіть основні властивості полімероматричних композитів
25. Наведіть переваги та недоліки полімероматричних композитів
26. Які ви знаєте методи отримання полімероматричних композитів
27. Які ви знаєте типи дисперснозміцнених матеріалів?
28. Яка основна мета додавання дисперсних частинок до матеріалу з пластичною матрицею? Які вимоги висуваються до дисперсних частинок?
29. Опишіть механізм зміцнення дисперснозміцненого матеріалу, який являє собою алюмінієву матрицю зміцнену дисперсними частинками карбїду бору.
30. Які основні відмінності між порошковою технологією та ливарною при отриманні дисперснозміцнених матеріалів. Вкажіть переваги і недоліки кожної.
31. Опишіть механізм зміцнення дисперснозміцненого матеріалу, який являє собою матрицю із нітриду кремнію зміцнену дисперсними частинками молібдену.
32. Що таке трансформаційне зміцнення? Розкрийте його суть та наведіть приклад.