

Механічні властивості керамічних композиційних матеріалів



Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Кафедра
високотемпературних
матеріалів та порошкової
металургії

Механічні властивості керамічних композиційних матеріалів Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

| | |
|---|---|
| Рівень вищої освіти | <i>Другий (магістерський)</i> |
| Галузь знань | <i>13 Механічна інженерія</i> |
| Спеціальність | <i>132 Матеріалознавство</i> |
| Освітня програма | <i>Освітньо-професійна програма Нанотехнології та комп'ютерний дизайн матеріалів</i> |
| Статус дисципліни | <i>Вибіркова</i> |
| Форма навчання | <i>очна(денна)/змішана/дистанційна</i> |
| Рік підготовки, семестр | <i>1 курс, весняний семестр</i> |
| Обсяг дисципліни | <i>4 кредити/120 год; лекцій – 18 год, практичних – 18 год, СРС – 84 год</i> |
| Семестровий контроль/ контрольні заходи | <i>залік / МКР</i> |
| Розклад занять | <i>http://roz.kpi.ua</i> |
| Мова викладання | <i>Українська</i> |
| Інформація про керівника курсу / викладачів | Лектор: <i>д.т.н., професор, Богомол Ю.І., ubohomol@iff.kpi.ua</i> Практичні / Семінарські: <i>д.т.н., професор, Богомол Ю.І., ubohomol@iff.kpi.ua</i> |
| Розміщення курсу | <i>АІС «Електронний кампус»</i> |

Програма навчальної дисципліни

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

Вивчаючи дисципліну, здобувачі узагальнюють власні знання з різних дисциплін та набувають навички експериментально визначати, теоретично аналізувати та прогнозувати фізико-механічні властивості керамічних композиційних матеріалів, в залежності від їх хімічного складу, природи хімічного зв'язку, атомної та мікроструктури.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей:

- експериментально визначати, теоретично аналізувати та прогнозувати фізико-механічні властивості керамічних композиційних матеріалів, в залежності від їх хімічного складу, природи хімічного зв'язку, атомної та мікроструктури, напружено-деформованого стану та оцінювати поведінку матеріалів під дією напружень, при нагріванні та хімічній взаємодії, що дозволить розробляти нові керамічні композиційні матеріали, визначати оптимальні технологічні параметри їх отримання та виготовляти вироби з заданими фізико-механічними характеристиками і створювати нові та вдосконалювати вже існуючі технології виробництва керамічних композиційних матеріалів;*
- проводити контроль якості матеріалів та технологій в області матеріалознавства та металургії;*

Механічні властивості керамічних композиційних матеріалів

розвиток загальних компетентностей, які полягають у:

- *здатності до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;*
- *здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;*

а також розвиток фахових компетентностей, які полягають у:

- *здатності виявляти та ставити проблеми в сфері матеріалознавства, приймати ефективні рішення для їх вирішення;*
- *здатності планувати та проводити дослідження в сфері матеріалознавства у лабораторних та виробничих умовах на відповідному рівні з використанням сучасних методів і методик експерименту;*
- *здатності розробляти нові методи і методики досліджень, базуючись на знанні методології наукового дослідження та особливості проблеми, що вирішується;*
- *здатності до критичного аналізу та прогнозування характеристик нових та існуючих матеріалів, параметрів процесів їх отримання і обробки та використання у виробках (або у виробничих умовах);*
- *здатності аналізувати та прогнозувати фізико-механічні властивості порошкових композиційних та наноструктурованих матеріалів.*

Предмет навчальної дисципліни “Механічні властивості керамічних композиційних матеріалів” – основні закономірності механічної поведінки керамічних композиційних матеріалів і вплив на неї різних факторів: атомно-кристалічної будови, структури, методу отримання, виду навантаження, наволинського середовища, тощо.

Після засвоєння навчальної дисципліни здобувач повинен знати:

- *розуміти та застосовувати принципи системного аналізу, причинно-наслідкових зв'язків між значущими факторами та науковими і технічними рішеннями в контексті існуючих теорій*
- *виявляти, формулювати і вирішувати матеріалознавчі проблеми і задачі*
- *Використовувати сучасні методи для виявлення, постановки та розв'язування винахідницьких задач в галузі матеріалознавства*
- *використовувати сучасні методи для виявлення, постановки та розв'язування винахідницьких задач в галузі матеріалознавства*
- *формулювати та розв'язувати науково-технічні задачі для розробки, виготовлення, випробування, сертифікації, утилізації матеріалів, створення та застосування ефективних технологій виготовлення виробів*
- *аналізувати та прогнозувати характер руйнування порошкових композиційних та наноструктурованих матеріалів.*

Здобувач повинен набути досвід:

- *прогнозування механічних властивостей керамічних композиційних матеріалів на основі знання про їх хімічний склад, природу, структуру, методи отримання та умови експлуатації.*
- *оцінювати доцільність їх застосування відповідно до умов експлуатації.*

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

Для успішного засвоєння дисципліни, студент повинен володіти набором компетентностей першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, зокрема:

Механічні властивості керамічних композиційних матеріалів

- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- здатність застосовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для підтримки діяльності в сфері матеріалознавства;
- здатність застосовувати сучасні методи математичного та фізичного моделювання, дослідження структури, фізичних, механічних, функціональних та технологічних властивостей матеріалів для вирішення матеріалознавчих проблем;
- здатність застосовувати навички роботи із випробувальним устаткуванням для вирішення матеріалознавчих завдань.

Дисципліни, знання з яких необхідні для вивчення навчальної дисципліни “Механічні властивості керамічних композиційних матеріалів”:

- фізика,
- хімія,
- фізична хімія,
- Кристалографія, кристалохімія та мінералогія,
- фізика конденсованого стану,
- металознавство,
- механічні властивості матеріалів,
- фізика міцності і руйнування,
- матеріалознавство композиційних матеріалів,
- матеріалознавство тугоплавких матеріалів,
- інженерне матеріалознавство.

Знання, що студент отримує під час вивчення дисципліни “Механічні властивості керамічних композиційних матеріалів” необхідні для поглибленої підготовки, виконання і підготовки до захисту магістерської дисертації .

3. Зміст навчальної дисципліни

Механічні властивості керамічних композиційних матеріалів

Вступ. Керамічні композиційні матеріали.

Особливості механічної поведінки керамічних композиційних матеріалів.

Методи визначення механічних характеристик керамічних композиційних матеріалів.

Особливості високотемпературної механічної поведінки керамічних композиційних матеріалів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. *Основи механіки руйнування : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навч. за напр. підгот. "Інженерне матеріалознавство" / В. С. Майборода [та ін.] ; Мін-во освіти і науки України, НТУУ "КПІ". - Київ : НТУУ "КПІ", 2010. - 124 с.*
2. *Богданов, Вячеслав Леонідович. Основи експериментальних методів механіки деформівного твердого тіла : навчальний посібник / В. Л. Богданов, Я. О. Жук, О. С. Богданова ; Національна академія наук України, Міністерство освіти і науки України, Відділення цільової підготовки Київського національного університету імені Тараса Шевченка. - Київ : Академперіодика, 2016. - 278 с.*

Механічні властивості керамічних композиційних матеріалів

3. Рябічева, Людмила Олександрівна. Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів : навч. посіб. / Л. О. Рябічева ; М-во освіти і науки України, Східноукраїнський нац. ун-т ім. В. Даля. - Луганськ : [Вид-во СХУ ім. В. Даля], 2013. - 355 с.
4. Пчелінцев, Віктор Олександрович. Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів : навч. посібн. / В. О. Пчелінцев, А. І. Дегула ; Мін-во освіти і науки, молоді та спорту України, Сумський держ. ун-т. - Суми : Сумський державний університет, 2012. - 246 с.

Додаткова література

1. Трефилов В. И. Физические основы прочности пластичности тугоплавких металлов / В. И. Трефилов, Ю. В. Мильман, С. А. Фирстов. – Киев : Наукова думка, 1975. – 315 с.
2. Орован Е. Классическая дислокационная теория хрупкого разрушения / Е. Орован. – Москва : Металлургия, 1963. – 170 с.
3. Черепанов Г. П. Механика хрупкого разрушения / Г. П. Черепанов. – Москва : Наука, 1974. – 640 с.
4. Фомина О. Н. Порошковая металлургия. Энциклопедия международных стандартов / О.Н. Фомина, С. Н. Суворова, Я. М. Турецкий – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1999. – 312 с.
5. Структура и прочность порошковых материалов / под ред. С. А. Фирстова, М. Шлесара. – Київ : Наукова думка, 1993. – 174 с.
6. Андриевский Р. А. Прочность тугоплавких соединений и материалов на их основе : справочник / Р. А. Андриевский, И. И. Спивак. – Челябинск : Металлургия, 1989. – 367 с.
7. Владимиров В. И. Физическая природа разрушения металлов / В. И. Владимиров. – Москва : Металлургия, 1984. – 280 с.
8. Костин П. П. Физико-механические испытания металлов, сплавов и неметаллических материалов / П. П. Костин. – Москва : Машиностроение, 1990. – 256 с.
9. <https://www.scopus.com/>
10. <https://scholar.google.com/>
11. <https://link.springer.com/>
12. <https://www.sciencedirect.com/>
13. <https://www.wiley.com/en-us>
14. <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. Особливості механічної поведінки керамічних матеріалів. Література: [1]-[3].
- Лекція 2. Особливості механічної поведінки композиційних матеріалів. Література: [1]-[3].
- Лекція 3. Методи отримання керамічних композиційних матеріалів. Література: [2], [3].
- Лекція 4. Особливості механічної поведінки керамічних композиційних матеріалів. Література: [1], [4], [5].
- Лекція 5. Методи визначення механічних характеристик керамічних композиційних матеріалів. Література: [4], [5].
- Лекція 6. Стандартні методики визначення механічних характеристик керамічних композиційних матеріалів. Література: [4], [5].

Механічні властивості керамічних композиційних матеріалів

Лекція 7. Закономірностей механічної поведінки керамічних композиційних матеріалів в широкому інтервалі температур. Література: [4], [5].

Лекція 8. Особливості високотемпературної механічної поведінки керамічних композиційних матеріалів. Література: [4], [5].

Лекція 9. Перспективи застосування керамічних композитів матеріалів в якості високотемпературних конструкційних матеріалів.

Основні завдання циклу практичних занять:

- навчитися оцінювати механічні характеристики керамічних композиційних матеріалів;
- навчитися прогнозувати механічні властивості керамічних композиційних матеріалів в залежності від структури та напружено-деформованого стану;
- навчитись застосовувати знання про механізми зміцнення для створення нових матеріалів з підвищеними механічними характеристиками;
- навчитися методам контролю властивостей матеріалів.

Зміст практичних занять

1. Вступ. Організація навчального процесу. Рейтингова система оцінювання. (2 год).
2. Аналіз даних дослідження мікромеханічних характеристик керамічних композиційних матеріалів (2 год).
3. Аналіз даних дослідження міцності на стиснення керамічних композиційних матеріалів (2 год).
4. Аналіз даних дослідження міцності на згин керамічних композиційних матеріалів (4 год).
5. Фрактографічний аналіз керамічних композиційних матеріалів (4 год).
6. Модульна контрольна робота (2 год).
7. Залік. (2 год).

8. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота здобувачів (загальна тривалість 84 годин) з дисципліни полягає в:

- самостійному опрацюванні літературних джерел для розширення розуміння лекційних тем, для детального ознайомлення з сучасними тенденціями аналізу механічної поведінки керамічних композиційних матеріалів – 48 години;
- підготовці до виконання практичних занять, в тому числі за тематикою виконання дисертаційної роботи – в розрахунку 2 години на 1 годину виконання практичного заняття = 24 години;
- підготовці до МКР (6 годин);
- підготовці до семестрового контролю – заліку (6 годин).

Політика та контроль

9. 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

Механічні властивості керамічних композиційних матеріалів

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>.

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

Позитивна оцінка за усі види робіт складає 60 % від максимальної

Поточний контроль:

- Експрес-опитування на лекційних заняттях – максимум 4 бали, всього 32 балів.
- Тестування на практичних заняттях – максимум 10 бали, всього 40 бал.
- Модульна контрольна робота в вигляді презентації по проведених дослідженнях проводиться на 18-му навчальному тижні. Максимальна оцінка 28 бал.
- Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг не менше 60 балів за умови виконання усіх практичних робіт.

У випадку незгоди з семестровим рейтингом, здобувач має право здавати залікову контрольну роботу, проте при цьому його рейтинг анулюється.

Залікова контрольна робота проводиться у вигляді усного опитування; завдання включає 2 теоретичні питання 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 |

Механічні властивості керамічних композиційних матеріалів

| | |
|---------------------------|--------------|
| 64-60 | Достатньо |
| Менше 60 | Незадовільно |
| Не виконані умови допуску | Не допущено |

11. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- У випадку підготовки і подачі здобувачем наукової статті за тематикою дисципліни в науковий журнал та підтвердження прийняття статті до опублікування, останнє може бути зараховане з сумою 10 балів.
- Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль знаходиться в Додатку А.
- Практичні 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 механічну поведінку керамічних композиційних матеріалів з залежності від природи матеріалу, його напружено-деформованого стану та умов випробувань. Практичні роботи проводяться у такій послідовності, щоб максимально дати студентам базові навички визначення та аналізу основних механічних характеристик керамічних композиційних матеріалів та пояснення механічної поведінки матеріалів різної природи на різних структурних рівнях.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено завідувач кафедри ВТМ та ПМ, д.т.н, професор, Богомол Ю. І.

Ухвалено кафедрою ВТМ та ПМ (протокол № 21 від 08 липня 2022 р.)

Погоджено Методичною комісією ІМЗ ім. Є. О.Патона (протокол № 10/22 від 10 липня 2022 р.)

Перелік питань на семестрову контрольну роботу

з дисципліни “Механічні властивості керамічних композиційних матеріалів”

- 1. Охарактеризувати пружні характеристики матеріалів.*
- 2. Визначення пружних властивостей матеріалів.*
- 3. Охарактеризувати вплив температури на зміну пружних властивостей матеріалів.*
- 4. Вплив факторів, що пов'язані з площинними дефектами на границю текучості.*
- 5. Охарактеризувати анізотропію пружних властивостей матеріалів.*
- 6. Вплив температури на границю текучості.*
- 7. Коефіцієнт інтенсивності напружень.*
- 8. Описати силовий критерій руйнування.*
- 9. Класифікація механізмів руйнування.*
- 10. Тріщиностійкість матеріалу.*
- 11. Визначення мікромеханічних характеристик керамічних композиційних матеріалів.*
- 12. Методи визначення тріщиностійкості матеріалів.*
- 13. Вплив температури на механічну поведінку матеріалів.*
- 14. Застосування високотемпературних конструкційних матеріалів.*
- 15. Вплив температури на механічну поведінку спрямовано закристалізованих евтектичних керамічних матеріалів.*
- 16. Особливості крихкого руйнування у керамічних композиційних матеріалах.*
- 17. Стандартні методики визначення механічних характеристик керамічних композиційних матеріалів.*
- 18. Вплив концентраторів напружень на механічні характеристики кераміки.*
- 19. Фрактографічні дослідження поверхні зломів у керамічних композиційних матеріалів.*
- 20. Особливості механічної поведінки композиційних матеріалів.*