

ОПИС КРЕДИТНОГО МОДУЛЯ (дисципліни) "Нові матеріали"

Статус кредитного модуля - **обов'язковий**

Лектор

- **Шидловський Микола Сергійович, к.т.н., доцент**

Інститут

- **механіко-машинобудівний**

Кафедра

- **Динаміка, міцність машин та опір матеріалів**

І. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Дисципліна "Нові матеріали" є важливим елементом у підготовці спеціалістів за програмою ступеневої вищої освіти професійного спрямування 0902 "Інженерна механіка" спеціальності 7.090201 "Динаміка і міцність машин". Курс включає лекції, лабораторні роботи та самостійні заняття.

Для вивчення цієї дисципліни необхідне засвоєння модулів (дисциплін) "Вищої математики", "Загальної фізики". Дисципліна має широкі зв'язки з такими дисциплінами як фізика, математика, хімія, технологія конструкційних матеріалів, матеріалознавство, теорія пластичності та повзучості. Знання, одержані студентами у процесі вивчення курсу "Нові матеріали" успішно можуть використовуватись в дипломному проектуванні, особливо науково-дослідницького характеру, а також в подальшій науково-дослідницькій або виробничій діяльності при виборі методів випробувань та розрахунку виробів з пластмас та композиційних матеріалів.

Суть дисципліни – вивчення загальних понять про структуру та механічні властивості конструкційних полімерів, пластмас та композиційних матеріалів. Розглядаються основні рівняння, що описують процеси деформування в'язкопружного середовища з урахуванням температури та інших супутніх факторів, рівняння, що описують процеси руйнування матеріалів з урахуванням структури матеріалу, впливу часу, навантаження та навколишнього середовища.

Вивчаються методи прогнозування зміни деформаційних та міцносних властивостей матеріалів з полімерними та іншими матрицями, що наповнені скляними та іншими волокнами. При цьому використовуються сучасні критерії міцності для матеріалів з різними видами анізотропії та алгоритми вибору матеріалів з поліпшеними характеристиками.

Розглядаються загальні вимоги до вимірювання експлуатаційних характеристик нових матеріалів, методи вимірювання міцності, пружності, деформованості, повзучості, втоми, теплофізичних та інших фізико-механічних характеристик полімерних та композиційних матеріалів, методи обробки результатів експериментальних досліджень.

Особлива роль в курсі "Нові матеріали" належить лабораторним роботам, оскільки застосування нових матеріалів в сучасній техніці неможливо без випробувань цих матеріалів в робочих діапазонах температур.

Всі розділи лекційної частини супроводжуються лабораторними роботами (експериментальне вивчення процесів руйнування та деформування, випробування анізотропних матеріалів, вивчення процесів старіння, втоми, усадки, впоглинання).

II. РОЗПОДІЛ НАВЧАЛЬНОГО ЧАСУ

семестр/ код кредитного модуля	Всього годин	Розподіл годин за видами занять					Кільк. МКР	Вид інд. завд.	Семестрова атестація
		Лекції	Практичні заняття	Семінари	Лабораторні роботи	СРС			
7 / ЗП-03	72	18	–	–	18	36	–	–	залік
8 / ЗП-03	36	9	–	–	9	18	–	–	залік
6 / ЗП-03	72	18	–	–	18	36	–	–	залік
Всього	180	45	–	–	45	90	–	–	

III. МЕТА І ЗАВДАННЯ КРЕДИТНОГО МОДУЛЯ

Метою курсу, що викладається, є вивчення студентами особливостей структури та механічних властивостей полімерів і композитів, оволодіння сучасними методами випробувань матеріалів на міцність і надійність з урахуванням особливостей цих матеріалів та ознайомлення зі способами розрахунків конструкцій, виконаних з полімерів та композитів, на міцність та повзучість в різних режимах силових та температурних дій.

Програма має чітко сформульовану назву, яка відрізняється від інших програм учбового плану.

Дисципліна "Нові матеріали" базується на курсах фізики, хімії, матеріалознавства та опору матеріалів. Для оволодіння цією дисципліною необхідно мати знання в галузі сучасного математичного апарату (математична фізика, тензорний аналіз тощо). Ця дисципліна тісно пов'язана з курсами пластичності та повзучості, деталей машин та механіки руйнування, доповнюючи вказані курси стосовно неметалевих матеріалів.

IV. ЗМІСТ КРЕДИТНОГО МОДУЛЯ

IV.1. Розподіл навчального матеріалу за темами. 7-й семестр.

Розділ 1. Вступ. Тема 1. Лекція 1. Основні поняття про ПМ. Основні визначення фізико-хімії ПМ. Структура ПМ та макромолекул. Принципи класифікації ПМ. **Тема 2. Лекція 2. Основні класи ПМ.** Органічні карбоцепні ПМ. Поліолефільні, поліакріти, вінілові ПМ. Органічні гетероцепні ПМ. Складні поліефіри, прості поліефіри, ПМ з гетероциклами у ланцюгу. ПМ з підвищеними механічними властивостями.

Розділ 2. Структура та деформаційні властивості ПМ. Тема 3. Лекція 3. Структура аморфних ПМ. Залежність деформацій від температури. Термомеханічна крива. Скловання та склоподібний стан ПМ. Крихкість склоподібних ПМ. **Тема 4 . Лекція 4. Механічні властивості кристалічних ПМ.** Типи кристалічних структур. Крива напруження–деформація кристалічних ПМ. Орієнтовані ПМ.

Розділ 3. Основні рівняння, що описують процеси деформування в'язкопружних тіл. Тема 5. Механічні моделі в'язкопружних тіл. Модель Максвелла, узагальнена модель Максвелла, модель Кельвіна-Фойхта, узагальнена

модель Кельвіна-Фойхта, модель Бюргерса. **Тема 6. Лекція 6. Основні рівняння спадкової в'язкопружності.** Гіпотези Больцмана, інтегральні рівняння Вольтерра, другого роду, функції впливу. **Тема 7. Лекція 7. Деформування ПМ у температурних полях.** Температурно-часова аналогія. Визначення коефіцієнтів функції температурно-часового зсуву.

8-й семестр.

Розділ 4. Особливості руйнування ПМ. Тема 8 . Лекція 8. Часові залежності міцності ПМ, рівняння Журкова. Вплив швидкості деформування на міцність ПМ, критерій Бейлі.

Тема 9. Лекція 9. Втома ПМ при циклічному деформуванні. Вплив температури на міцність ПМ. Вплив температури на тривкість ПМ. **Тема 10 . Лекція 10. Вплив навколишнього середовища на міцність ПМ.** Постановка задачі прогнозування теплового старіння. **Тема 11. Лекція 11. Вплив клімату на ПМ.** Температурний вплив, вплив вологи та опромінення. Спільний вплив кліматичних факторів. Основні рівняння, що описують процеси кліматичного старіння.

Розділ 5. Структура композиційних матеріалів. Тема 12. Лекція 12. Загальні уявлення про КМ. Класифікація КМ за видом наповнювача. Характеристики волокнистих КМ. Класифікація волокнистих КМ. Особливості безперервних волокон. **Тема 13. Лекція 13. Властивості КМ з полімерною матрицею.** Склотекстоліти, органопластики, вуглепластики, боропластики, гібридні армовані пластики.

Розділ 6. Загальні поняття про анізотропію КМ. Тема 14. Лекція 14. Загальні рівняння теорії пружності анізотропних матеріалів. Фізичні рівняння. Приклади розв'язання задач. **Тема 15. Лекція 15. Окремі випадки анізотропії.** Ортогональна анізотропія. Трансстропні матеріали. Нові теорії міцності анізотропних матеріалів. Критерій Норіса. Критерій Ашкеназі, критерій Гольденбалат-Копнова.

Розділ 7. Нові матеріали з поліпшеними експлуатаційними властивостями. Тема 16. Лекція 16. Основні напрямки створення нових ПМ і КМ. Матеріали для роботи в особливо складних умовах. Алгоритм вибору матеріалів із заданими властивостями.

IV.2. Теми для самостійного вивчення

1. Стандартизовані методи випробувань конструкційних полімерних матеріалів на міцність (розтяг, стиск, згин). 2. Стандартизовані метод вимірювань деформацій повзучості пластмас. 3. Стандартизовані методи випробувань композиційних матеріалів. 4. Стандартизовані методи вимірювань динамічних характеристик пластмас та композиційних матеріалів.

IV.3. Лабораторні роботи

Тема 1. Л.Р. 1.1. Випробування матеріалів на розтяг. Побудова та обробка діаграм деформування. Статистична обробка результатів випробування. **Л.Р. 1.2.** Випробування матеріалів при стиску. **Л.Р. 1.3.** Випробування матеріалів

при згині. **Л.Р. 1.4.** Дослідження впливу структури полімеру та наповнювача на міцносні та деформаційні характеристики матеріалів. **Л.Р. 1.5.** Дослідження впливу температури та швидкості навантаження на механічні властивості аморфних та кристалічних полімерів. **Л.Р. 1.6.** Визначення характеристик ортотропних матеріалів.

Тема 2. Л.Р. 2.1. Побудова кривих повзучості. Визначення областей лінійності в'язкопружних властивостей матеріалів при різних температурах. **Л.Р. 2.2.** Експериментальне визначення коефіцієнтів рівнянь температурно-часової аналогії. Побудова узагальнених кривих повзучості. **Л.Р. 2.3.** Визначення коефіцієнтів рівняння повзучості за узагальненою моделлю Кельвіна-Фойгта. **Л.Р. 2.4.** Розрахунок параметрів інтегральних рівнянь в'язкопружності. **Л.Р. 2.5.** Побудова кривих релаксації напружень. Розрахунок коефіцієнтів рівняння релаксації за узагальненою моделлю Максвела.

Тема 3. Л.Р. 3.1. Визначення динамічних характеристик полімерного матеріалу. **Л.Р. 3.2.** Визначення динамічного модуля пружності пластмас різних класів. **Л.Р. 3.3.** Вивчення впливу температури на динамічні характеристики полімерів. **Л.Р. 3.4.** Метод визначення температури розм'якшення по Віка та по Мартенсу. Метод визначення температури крихкості при згині. **Л.Р. 3.5.** Визначення ударної в'язкості пластмас по Шарпі.

Тема 4. Л.Р. 4.1. Випробування на теплове старіння. Визначення діапазонів теплостійкості.

IV. 4. КОНТРОЛЬНІ РОБОТИ

1. Класифікація пластмас, основні поняття механіки полімерів. **2.** Структура та деформаційні властивості пластмас. **3.** Розрахунок процесів повзучості та релаксації напружень в'язко-пружних матеріалів. **4.** Застосування методу температурно-часової аналогії при розрахунках повзучості та релаксації напружень при дії температур. **5.** Прогнозування з застосуванням рівняння Журкова та критерія Бейлі. **6.** Прогнозування температурного старіння полімерів.

V. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Методика вивчення курсу традиційна: слухати лекції; готувати необхідний теоретичний матеріал до лекцій та лабораторних занять; виконувати індивідуальні завдання; виконувати лабораторні роботи; самостійно працювати з літературою.

VI. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ

Методичні вказівки: **М1.** Шидловський М.С., Шпак Д.Ю. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни "Нові матеріали". – К.: КПІ, 1994. **М2.** Шидловський М.С., Шпак Д.Ю. Практикум з лабораторних робіт з дисципліни "Нові матеріали". Частина І. "Міцність і деформування полімерних та композиційних матеріалів при короткочасному навантаженні. Для студентів спеціальності "Динаміка та міцність машин". – К.: НТУУ "КПІ", 1999. – 37 с. **М3.** Шидловський М.С., Шпак Д.Ю., Тимошенко О.В. Практикум з лабораторних робіт з дисципліни "Нові матеріали". Ч. II. "В'язкопружні властивості полі-

мерних та композиційних матеріалів при тривалому навантаженні". Для студентів спеціальності "Динаміка та міцність машин". – К.: НТУУ "КПІ", 2005. – 47 с. **М4.** Журнал лабораторних робіт з дисципліни „Нові матеріали” для студентів спеціальності "Динаміка та міцність машин" // Шидловський М.С. - К.: НТУУ "КПІ", 2008р. -53 с.

Основна література: **1.** Нарисава И. Прочность полимерных материалов. – М.: Химия, 1987. **2.** Огибалов П.М. и др. Конструкционные полимеры (в 2-х томах). – М.: МГУ, 1972. **3.** Колтунов М.А. и др. Прочностные расчеты изделий из полимерных материалов. – М.: Машиностроение, 1983. **4.** Огибалов П.М. Механика полимеров. – М.: МГУ, 1975. **5.** Карпинос Д.М., Олейник В.И. Полимеры и композиционные материалы на их основе в технике. – К.: Наукова думка, 1987. **6.** Ашкенази Е.К. Анизотропия машиностроительных материалов. – Л.: Машиностроение, 1969. **7.** Композиционные материалы / В. Васильев и др. – М.: Машиностроение, 1990. **8.** Павлов Н.Н. Старение пластмасс в естественных и искусственных условиях. – М.: Химия, 1982. **9.** Кулезнева В.Н. Шершнева В.А. Химия и физика полимеров. – М.: Высшая школа, 1988.

Додаткова література: **10.** Каменев В.И. и др. Применение пластических масс. – М.: Химия, 1985. **11.** Калинин Э.Л., Саковцева М.Б. Выбор пластмасс для изготовления и эксплуатации изделий. – Л.: Химия, 1987. **12.** Справочник по композиционным материалам (в 2-х томах). – М.: Машиностроение, 1988. **13.** Джур Є.О. Полімерні матеріали в ракетно - космічній техніці: Підручник: – К.: Вища освіта, 2003.

VI. МОВА

Мова навчання - українська.

VII. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Кожен студент перед початком проведення лабораторних робіт одержує індивідуальне завдання з назвою конкретного конструкційного полімеру, пластмаси або композиційного матеріалу. Виконання індивідуального завдання передбачає написання реферату (обсяг до 10 машинописних аркушів) з такими відомостями про матеріал:

1. структура матеріалу; **2.** механічні властивості (міцність при статичних та динамічних навантаженнях); **3.** деформаційні властивості (повзучість, залишкові деформації); **4.** пружні властивості (статичні та динамічні модулі пружності, коефіцієнти Пуассона); **5.** температурні характеристики; **7.** стійкість до агресивних середовищ; **8.** стійкість до кліматичних факторів; **9.** короткі відомості про технологію виготовлення матеріалу; **10.** способи обробки; **11.** галузі застосування.

VIII. Методика оцінювання

Для оцінки знань студентів використовується досвід на лекціях та лабораторних заняттях, знання при виконанні контрольних робіт та результати бесіди при прийманні лабораторних робіт, залік.

Бально-рейтингова система оцінювання, яка включає: експрес - контроль знань (опитування на кожному лабораторному занятті [розділ **IV.3**]), виконання контрольних робіт [розділ **IV.4**], виконання та захист лабораторних робіт [розділ **IV.3**].

Експрес-контроль знань. Проводиться по темах, які пройдені на попередніх заняттях.

Контроль семестрової роботи проводиться за Положеннями про рейтингову систему оцінювання успішності студентів з кредитного модуля «Опір матеріалів» (7-й та 8-й семестри), затверджені на засіданні кафедри ДММ та ОМ.

Шкала оцінювання знань студентів – загально університетська.

IX. Організація

Порядок реєстрації на вивчення дисципліни та на семестрову атестацію проводиться згідно з порядком, прийнятим у ММІ.

**Опис кредитного модуля склав
доцент кафедри ДММ та ОМ**

Шидловський М.С.