



МЕХАНІКА КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>131 Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Динаміка і міцність машин</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс – 7 семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 годин / 4 кредити (лекції – 36 год.; лабораторні заняття – 36 год.; самостійна робота – 48 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/модульна контрольна робота</i>
Розклад занять	<i>https://schedule.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доцент, Бондарець Олександр Анатолійович, Bondarets.o@gmail.com Лабораторні: доцент, Бондарець Олександр Анатолійович, Bondarets.o@gmail.com</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Курс “Механіка композиційних матеріалів” складається із лекційних та лабораторних занять, що дозволяє студентам оволодіти практичними навичками та опанувати способи розв’язання таких практичних задач: експериментальне визначення практично важливих характеристик КМ для оцінки їх придатності для експлуатації в певних умовах; обґрунтований вибір оптимальних з точки зору механічних властивостей КМ для роботи в складних умовах; прогнозування зміни механічних властивостей та надійності КМ при тривалій роботі в складних умовах (температура, кліматичні фактори тощо).

Заключним етапом вивчення даного курсу являється складання заліку.

Метою навчальної дисципліни «Механіка композитних матеріалів» є вивчення студентами особливостей структури та механічних властивостей сучасних композиційних матеріалів, оволодіння методами випробувань матеріалів на міцність і надійність з урахуванням особливостей цих матеріалів та ознайомлення зі способами розрахунків конструкцій, виконаних з композиційних матеріалів, на міцність та повзучість в різних режимах силових та температурних дій.

Предмет вивчення дисципліни: 1. Структура та механічних властивостей композиційних матеріалів, методів експериментального їх визначення; 2. Методи розрахунків напружень і деформацій при різних видах навантаження об’єктів з в’язко-пружних матеріалів; 3. Прогнозування довготривалої міцності і повзучості КМ. 4. Експериментальне визначення характеристик міцності, пружності, повзучості та релаксації напружень конструкційних пластмас при розтягу, стиску та згині в умовах статичного навантаження; визначення цих характеристик з урахуванням температури

та швидкості навантаження 5. Вибір матеріалу, оптимального з точки зору матеріалоемності, міцності та стійкості до впливу навколишнього середовища в залежності від функціонального призначення; 6. Визначення характеристик пружності та в'язко-пружності матеріалів, прогнозування термінів надійної експлуатації конструкції. 7. Проведення випробувань матеріалів під дією динамічних навантажень; 8. Визначення параметрів рівнянь, що описують повзучість та релаксацію напружень з урахуванням температури; прогнозування довготривалої міцності та повзучості під дією навантажень та впливу навколишнього середовища.

Результати вивчення дисципліни. За результатами вивчення навчальної дисципліни аспіранти мають опанувати способи розв'язання таких практичних задач: - експериментальне визначення практично важливих характеристик КМ для оцінки їх придатності для експлуатації в певних умовах. - обґрунтований вибір оптимальних з точки зору механічних властивостей КМ для роботи в складних умовах; - прогнозування зміни механічних властивостей та надійності КМ при тривалій роботі в складних умовах (температура, кліматичні фактори тощо)

Знання

- структури та механічних властивості КМ різних класів (волокнисті, шаруваті, дисперсно-зміцнені);
- методів експериментального визначення механічних властивостей КМ при різних умовах навантаження;
- методів прогнозування зміни напружень і деформацій при статичних та динамічних навантаженнях об'єктів з в'язко-пружних КМ;
- методів прогнозування довготривалої міцності і повзучості КМ.

Уміння

- експериментально визначати характеристики міцності, пружності, повзучості та релаксації напружень КМ при розтягуванні, стискуванні та згині в умовах статичного навантаження;
- вибрати тип КМ, оптимальний з точки зору матеріалоемності, міцності та стійкості до впливу навколишнього середовища в залежності від функціонального призначення;
- на основі експериментальних досліджень визначати параметри в'язко-пружності КМ та прогнозувати
- використовувати в роботі електронні посібники, вітчизняну та іноземну технічну літературу

Навички

- випробувань КМ під дією статичних та динамічних навантажень;
- способами визначення характеристик КМ за результатами випробувань при розтягу, стиску та згині;
- визначення характеристик міцності та пружності КМ з урахуванням температури та швидкості навантаження;
- методами обробки кривих повзучості та релаксації напружень КМ;
- способами визначення параметрів рівнянь, що описують повзучість та релаксацію напружень в КМ з урахуванням температури;
- методами прогнозування довготривалої міцності та повзучості під дією навантажень та впливу навколишнього середовища
- роботи з довідковою літературою

Програмні компетентності:

1. Здатність виявляти, ставити та вирішувати інженерно-технічні та науково-прикладні проблеми
2. Здатність генерувати нові ідеї (креативність)
3. Здатність застосовувати відповідні методи і ресурси сучасної інженерії для знаходження оптимальних рішень широкого кола інженерних задач із застосуванням сучасних підходів, методів прогнозування, інформаційних технологій та з урахуванням наявних обмежень за умов неповної інформації та суперечливих вимог.
4. Здатність створювати розрахункові моделі елементів конструкцій та вузлів виходячи з їх умов експлуатації з урахуванням браку даних
5. Здатність поставити задачу і визначити оптимальні шляхи вирішення проблеми засобами, прикладної механіки та суміжних предметних галузей.
6. Здатність оптимізувати конструкцію виходячи з техніко-економічних, експлуатаційних та технологічних вимог за параметрами міцності та надійності.

Програмні результати навчання:

1. Самостійно ставити та розв'язувати задачі інноваційного характеру, аргументувати і захищати отримані результати та прийняті рішення
2. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування, аналізу і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування та суміжних галузях знань
3. Вести пошук необхідної інформації в науково-технічній літературі, електронних базах та інших джерелах, засвоювати, оцінювати та аналізувати цю інформацію
4. Оволодівати сучасними знаннями, технологіями, інструментами і методами, зокрема через самостійне опрацювання фахової літератури, участь у науково-технічних та освітніх заходах
5. Обґрунтовано визначати вихідні дані для розробки технічних рішень, застосовувати стандартні методики розрахунків при проектуванні елементів машинобудівних конструкцій

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни

Наявність освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» за спеціальністю 131 Прикладна механіка або суміжними спеціальностями, який включає дисципліни Вища математика, Теоретична механіка, Механіка матеріалів і конструкцій, Будівельна механіка стрижневих систем

Знання, здобуті студентами при вивченні цієї дисципліни, можуть бути використані в подальшому при виконанні магістерської дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Загальні поняття та класифікація КМ. Історія застосування КМ. Області застосування КМ. Класифікація КМ за видами матриці. Матеріали для матриць та їх визначальні характеристики. Класифікація КМ за видом наповнювача. Дисперсно-зміцнені та волокнисті КМ. Компоненти дисперсно-наповнених композитів. Компоненти волокнистих композитів. Класифікація КМ з полімерною матрицею за видами армуючих волокон. Класифікація КМ за способом та видом армування. Класифікація волокнистих КМ за конструктивними ознаками.

Тема 2. Дисперсно-зміцнені та волокнисті композиційні матеріали. Структура дисперсно-зміцнених композиційних матеріалів. Матеріали для виготовлення матриць дисперсно-зміцнених композиційних матеріалів. Матеріали для виготовлення наповнювача. Властивості дисперсно-зміцнених композиційних матеріалів. Призначення та галузі застосування дисперсно-зміцнених композиційних матеріалів. Структура волокнистих композиційних матеріалів. Матеріали для виготовлення матриць волокнистих композиційних матеріалів. Матеріали для виготовлення

наповнювачів волокнистих композиційних матеріалів. Властивості волокнистих композиційних матеріалів.

Тема 3. Фенолформальдегідні смоли. Властивості та області використання. Загальні відомості про фенолформальдегідні смоли та фенопласти. Прес-порошкові матеріали. Переробка прес-порошків у вироби. Область застосування і властивості преспорошків. Фенопласти з волокнистими наповнювачами. Волокніти. Азбоволокніти. Скловолокніти. Комбіновані фенопласти. Текстофаоліт. Шаруваті пластики. Текстоліти. Азботекстоліт і азболіт. Склотекстоліт. Гетинакси. Фольговані шаруваті пластики. Пінофенопласти і сотофенопласти. Абразивні матеріали на основі фенолформальдегідної смоли.

Тема 4. Властивості епоксидних зв'язників та КМ на їх основі. Склад та властивості епоксидної смоли. Основні різновиди епоксидної смоли. Переваги епоксидних смол. Особливості використання епоксидних смол в КМ. Приклади застосування епоксидних смол для виготовлення КМ. Застосування зв'язника ЕДТ-69Н. Епоксидні композити з скляним та вуглецевим волокном.

Тема 5. Склопластики та інші КМ з скловолоконними наповнювачами. Властивості та галузі застосування. Коротка історія розвитку виробництва скловолокна. Сучасний стан виробництва скловолокна. Коротка історія розвитку технології та виробництва склопластиків. Властивості склопластиків. Застосування склопластиків і технологія виготовлення виробів. Ручне, вакуумне та трансферне формування. Технологія RTM. Вакуумна інфузія. Використання напівфабрикатів в технології виробництва КМ. Препреги. Метод роздільного нанесення компонентів. Склад та структура препрегів. Виробництво профільних виробів. Процес пултрузії. Методи намотування та вироби. Склопластики в авіабудуванні.

Тема 6. Вуглепластики та інші КМ з вуглеволоконними наповнювачами. Властивості та галузі застосування. Склад, структура та способи виготовлення. Основні типи та марки вуглепластиків. Вуглепластики на термореактивних матрицях, на епоксидних, поліефірних та поліімідних зв'язниках. Механічні властивості вуглепластиків. Переваги та недоліки вуглепластиків. Сфери застосування вуглепластиків в різних галузях промисловості. Основні вироби, що виготовляють з вуглепластиків. Вуглепластики в авіабудуванні.

Тема 7. Боропластики та інші КМ з вуглеволоконними наповнювачами. Властивості та галузі застосування. Способи отримання. Епоксидні та поліімідні боропластики. Фізико-механічні характеристики боропластиків. Переваги та недоліки боропластиків. Сфери застосування боропластиків в різних галузях промисловості. Основні вироби, що виготовляють з боропластиків. Боропластики в авіабудуванні.

Тема 8. Органопластики та інші КМ з органоволоконними наповнювачами. Властивості та галузі застосування. Способи отримання. Органопластики з епоксидими, поліефірними та фенольними смолами, та поліамідами в якості матриць. Використання арамідних волокон. Фізикомеханічні характеристики органопластиків. Переваги та недоліки органопластиків. Сфери застосування органопластиків в різних галузях промисловості. Основні вироби, що виготовляють з органопластиків. Органопластики в авіабудуванні. Кевлар. Його структура, властивості та галузі застосування. Структура кевлару. Застосування кевлару. Використання в бронежилетах. Температурні та хімічні властивості.

Тема 9. Шаруваті композиційні матеріали. Властивості та галузі застосування.

Тема 10. Загальні вимоги до методів випробувань. Класифікація та загальні вимоги до апаратури та вимірювальних пристроїв. Загальні вимоги до технології виготовлення виду та якості зразків. Вимоги до навколишнього середовища та підготовка до випробувань. Способи запису діаграми деформування та реєстрації результатів в процесі проведення випробувань. Способи обробки результатів випробувань. Визначення характеристик міцності та пластичності. Визначення модулів пружності. Визначення коефіцієнтів Пуассона. Дослідження анізотропії пружних властивостей та характеристик міцності. Визначення інших характеристик.

Тема 11. Випробування на розтяг. Суть методу. Вимоги до випробувального обладнання. Вимоги до зразків. Підготовка до випробування. Проведення випробувань. Запис діаграми деформування при розтягу. Визначення характеристик міцності. Визначення модулів пружності. Визначення коефіцієнтів Пуасона. Способи обробки результатів випробувань на розтяг.

Тема 12. Випробування на стиск. Суть методу. Вимоги до випробувального обладнання. Вимоги до зразків. Підготовка до випробування. Проведення випробувань. Запис діаграми деформування при стиску. Визначення характеристик міцності. Визначення модулів пружності. Визначення коефіцієнтів Пуасона. Способи обробки результатів випробувань на стиск.

Тема 13. Випробування на згин. Суть методу. Вимоги до випробувального обладнання. Вимоги до зразків. Підготовка до випробування. Проведення випробувань. Запис діаграми деформування при згині. Визначення характеристик міцності. Визначення модулів пружності. Визначення коефіцієнтів Пуасона. Способи обробки результатів випробувань при згині.

Тема 14. Випробування на зсув та зріз. Суть методів. Вимоги до випробувального обладнання. Вимоги до зразків. Підготовка до випробування. Проведення випробувань. Запис діаграми деформування при зсуві та зрізі. Визначення характеристик міцності. Визначення модулів пружності. Способи обробки результатів випробувань при зсуві та зрізі.

Тема 15. Інші методи випробувань. Випробування на повзучість, релаксацію напружень та довготривалу міцність. Температурні випробування. Випробування на кліматичну стійкість та стійкість до агресивних середовищ.

Тема 16. Випробування матеріалів та виробів спеціального призначення. Випробування захисного та військового спорядження. Випробування елементів медичного призначення (композиційні імпланти та інше хірургічне Матеріали для виготовлення продукції спортивного призначення.

Тема 17. Основні рівняння, що описують анізотропію КМ. Види анізотропії композиційних матеріалів. Ізотропне, траніотропне та ортотропне тіла. Основні рівняння теорії пружності анізотропних матеріалів. Сучасні теорії міцності анізотропних матеріалів. Критерій Нориса. Критерій Ашкеназі. Критерій Гольденבלата – Копнова.

Тема 18. Методи прогнозування змін механічних властивостей КМ у часі. Прогнозування змін міцності та пружності під впливом факторів навколишнього середовища. Температурне старіння КМ. Прогнозування процесів повзучості та релаксації напружень КМ. Метод температурно-часової аналогії

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Методичні вказівки з практичних занять з дисципліни «Механіка анізотропних конструкцій». Частина 1. Класичні задачі. / Укладач О.П. Халімон – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 105 с.
2. Шидловський М.С. Нові матеріали: частина 1. Структура і механічні властивості конструкційних полімерів [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності «Прикладна механіка» спеціалізації «Динаміка і міцність машин» / М. С. Шидловський ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 6,18 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 193 с. Доступ : <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20880>
3. Нові матеріали: частина 2. Експериментальні методи досліджень механічних властивостей конструкційних полімерів та пластмас [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності «Прикладна механіка» спеціалізації «Динаміка і міцність машин» / М. С. Шидловський, А. Є. Бабенко, О. О. Боронко, О. П. Заховайко, С. І. Трубочев ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 7,61 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 266 с. Доступ : <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20876>
4. Шидловський М.С., Шпак Д.Ю. Нові матеріали [Електронний ресурс]: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт «Методи вимірювання характеристик міцності та пружності конструкційних пластмас та гум при короткочасному навантаженні» для студентів напрямку

підготовки 6.050501 «Прикладна механіка» / НТУУ «КПІ» – К.: НТУУ «КПІ», 2011. –36 с. Доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/1541>

5. Нові матеріали. Частина I: Міцність і деформування полімерних та композиційних матеріалів при короткочасному навантаженні. Лабораторний практикум. [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» спеціалізацій «Динаміка і міцність машин» та «Інформаційні системи та технології в авіабудуванні» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: М. С. Шидловський, О. П. Заховайко, О. В. Тимошенко, О. С. Мусієнко. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,64 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 81 с. – Назва з екрана. Доступ : Доступ : Доступ : <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/26490>

6. Нові матеріали. Частина II: В'язко-пружні властивості полімерних та композиційних матеріалів при тривалому навантаженні. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. М. С. Шидловський, О. П. Заховайко, О. В. Тимошенко, С. І. Трубочев. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,36 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 77 с. – Назва з екрана. Доступ : <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/39695>

7. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Нові матеріали» для студентів спеціальності «Динаміка і міцність машин» –Ч.3. «Динамічні властивості конструкційних пластмас та композиційних матеріалів». Для студентів напрямку підготовки 6.050501 «Прикладна механіка» [Електронний ресурс] / НТУУ «КПІ» ; уклад. М. С. Шидловський, А. Є. Бабенко, О. О. Боронко, С. І. Трубочев. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,11 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 41 с. Доступ : <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/16260>

Додаткова література

1. Ашкенази Е.К., Ганов З.В. Анизотропия конструкционных материалов: Справочник. -2-е изд., перераб. И доп. Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1980. -247с.
2. Лехницкий С.Г. Теория упругости анизотропного тела. Изд. 2-е, главная редакция физико-математической литературы издательства. М.: Наука, 1977. -416с.
3. M.C.Niu Composite Airframe Structures. Practical design information and data.- Hong Kong Conmilit Press Ltd., 2000. – 664 p.
3. M.C.Niu Airframe Structural Design (2nd Edition) Hong Kong Conmilit Press Ltd., 1999. – 615 p.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекція 1. Загальні поняття та класифікація КМ. Історія застосування КМ. Області застосування КМ.

Лекція 2 Дисперсно-зміцнені та волокнисті композиційні матеріали..

Лекція 3 Фенолформальдегідні смоли. Властивості та області використання

Лекція 4. Властивості епоксидних зв'язників та КМ на їх основі.

Лекція 5. Склопластики та інші КМ з скловолоконними наповнювачами.

Лекція 6. Вуглепластики та інші КМ з вуглеволоконними наповнювачами

Лекція 7. Боропластики та інші КМ з вуглеволоконними наповнювачами.

Лекція 8.. Органопластики та інші КМ з органоволоконними наповнювачами

Лекція 9. Шаруваті композиційні матеріали. Властивості та галузі застосування

Лекція 10. Загальні вимоги до методів випробувань..

Лекція 11. Випробування на розтяг. Суть методу. Вимоги до випробувального обладнання..

Лекція 12. . Випробування на стиск. Суть методу. Вимоги до випробувального обладнання..

Лекція 13. Випробування на згин. Суть методу. Вимоги до випробувального обладнання

Лекція 14. . Випробування на зсув та зріз. Суть методів. Вимоги до випробувального обладнання.

Лекція 15. Інші методи випробувань. Випробування на повзучість, релаксацію напружень та довготривалу міцність.

Лекція 16.. Випробування матеріалів та виробів спеціального призначення. Випробування захисного та військового спорядження.

Лекція 17 Основні рівняння, що описують анізотропію КМ.

Лекція 18 Методи прогнозування змін механічних властивостей КМ у часі

Лабораторні заняття

Лабораторне заняття №1. Відбір та ідентифікація зразків для випробувань.

Вибір, верифікація та валідація методів . Оцінка невизначеності вимірювань ..

Лабораторне заняття №2. Випробування матеріалів на розтяг. Побудова та обробка діаграм деформування. Статистична обробка результатів випробування..

Лабораторне заняття №3. Випробування матеріалів на стиск. Побудова та обробка діаграм деформування. Статистична обробка результатів випробування...

Лабораторне заняття №4. Випробування вуглецевого волокна на розтяг. Побудова та обробка діаграм деформування

Лабораторне заняття №5. Дослідження впливу температури та швидкості навантаження на механічні властивості

Лабораторне заняття №6. Чистий згин композитної балки.

Лабораторне заняття №7. Випробування матеріалів при стиску.

Лабораторне заняття №8. Випробування матеріалів при згині..

Лабораторне заняття №9. Випробування КМ при зрізу.

Лабораторне заняття № 10. Випробування КМ при зсуві.

Лабораторне заняття № 11. Стійкість КМ

Лабораторне заняття № 12. Визначення пружних та міцносних характеристик ортотропних матеріалів.

Лабораторне заняття № 13. Визначення динамічних характеристик композиційних анізо-тропних матеріалів.

Лабораторне заняття № 14. Поперечні коливання анізотропних пластин.

Лабораторне заняття № 15. Визначення температури розм'якшення

Лабораторне заняття № 16. Дослідження зміни механічних характеристик КМ при тривалій дії температури.

Лабораторне заняття № 17. Визначення коефіцієнту теплопровідності . Вплив покриття на зміну коефіцієнту теплопровідності.

Лабораторне заняття № 18. Залікове заняття.

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Характеристики міцності та пружності композитних матеріалів та їх зв'язок з технологією (пресування, викладка, намотка) <i>Передбачається самостійна робота студента згідно завдання викладача</i>	10
2	Визначення пружних та міцностних констант анізотропних матеріалів. Прямі та непрямі методи. <i>Передбачається самостійна робота студента згідно завдання викладача</i>	16

3	Непрямі експериментально-аналітичні методи визначення механічних властивостей моношарів композитів. <i>Передбачається самостійна робота студента згідно завдання викладача</i>	4
4	Визначення пружних та міцностних констант анізотропних матеріалів. Прямі та непрямі методи. <i>Передбачається самостійна робота студента згідно завдання викладача</i>	4
5	Діаграми деформування шаруватих пакетів з різним укладанням шарів. <i>Передбачається самостійна робота студента згідно завдання викладача</i>	10
6	Трьох шарові (сотові) конструкції <i>Передбачається самостійна робота студента згідно завдання викладача</i>	6
7	Критерії міцності та їх застосування до композиційних матеріалів <i>Передбачається самостійна робота студента згідно завдання викладача</i>	6
8	Забезпечення міцності при виготовленні, експлуатації та ремонті виробів з ПКМ <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми.</i>	4
9	Кінцево-елементне моделювання і розрахунок деталей з ПКМ. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми.</i>	8
10	Забезпечення міцності при виготовленні <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми.</i>	4
11	Забезпечення міцності при експлуатації виробів з ПКМ. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми.</i>	2
12	Забезпечення міцності при та ремонті виробів з ПКМ. <i>Передбачається поглиблене вивчення теоретичного матеріалу в рамках вказаної теми.</i>	4

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять

Відвідування всіх видів навчальних занять з дисципліни є для студентів бажаним, оскільки дозволяє більш детально ознайомитися з навчальним матеріалом та отримати консультації і роз'яснення за його змістом.

Контроль присутності студентів на заняттях здійснюється викладачем наприкінці заняття.

Матеріали пропущених занять мають бути відпрацьованими самостійно.

Правила поведінки на заняттях

Студенти на заняття мають з'являтися своєчасно, без запізень.

На лекційних заняттях студенти повинні мати конспекти. Під час проведення лекційних занять та на лабораторних заняттях не допускаються сторонні розмови, користування комп'ютерами, смартфонами, мобільними телефонами без дозволу викладача.

Правила оцінювання лабораторних робіт

Контроль засвоєння матеріалу лабораторних робіт здійснюється шляхом оцінювання виконання студентами розрахунково-графічної роботи (див. п.8)

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

Ці правила відображені в рейтинговій системі оцінювання (див. п. 8)

Політика дедлайнів та перескладань

Оцінювання ступені та якості виконання завдання відбувається відповідно до вимог п.8.

Політика щодо академічної доброчесності

В процесі вивчення дисципліни студенти виконують завдання з розрахунково-графічної роботи та індивідуальні завдання. При цьому студенти і викладачі на взаємній основі керуються принципами академічної доброчесності стосовно неприпустимості плагіату, фальсифікації результатів роботи, корупційних проявів тощо. У разі виявлення плагіату або фальсифікації результатів роботи під час виконання студентом завдань бали за це завдання автоматично анулюються.

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

Протягом семестру виконуються такі види контролю успішності студентів у вивченні дисципліни:

- **Поточний контроль.** Включає оцінювання виконання завдань з розрахунково-графічної роботи
- **Календарний контроль.** Проводиться двічі на семестр, як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
- **Семестровий контроль.** Залік.

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- 1) виконання індивідуального семестрового завдання
- 2) написання модульної контрольної роботи;
- 3) штрафних та заохочувальних балів.

8.1. Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

8.1.1. Виконання індивідуального семестрового завдання

Оцінювання якості виконання індивідуального семестрового завдання та ступені опанування теоретичного матеріалу, необхідного для виконання цих завдань, здійснюється шляхом аналізу правильності виконання розрахунків та опитування по тематиці виконаних завдань. Вагові бали за завдання та теоретичні питання наведені у таблиці.

Вагові бали за виконання індивідуального семестрового завдання та відповіді на теоретичні питання

завдання	Максимальний бал за практичну частину	Максимальна кількість теоретичних питань по тематиці завдання РГР	Максимальний бал за одне питання
1 (Згин багатопарової балки. Визначення напруження кожного шару)	21	4	2,5
2 (визначення рівняння зігнутої вісі)	21	4	2,5
3 (визначення жорсткості згину)	11	2	2
4 (побудова епюр розподілу напружень)	7	2	1,5

Кількість теоретичних питань по кожному завданню, за бажанням студента, може бути меншою за максимальну, проте максимальний ваговий бал кожного питання залишається без змін.

Величина коригувального коефіцієнта $K_{\text{ргр}}$, що враховує якість виконання завдань та точність відповідей на питання наведена у таблиці нижче.

Критерії оцінювання якості індивідуального семестрового завдання:

Критерій	Коригувальний коефіцієнт $K_{\text{ргр}}$
завдання виконано повністю вірно/вірна та повна відповідь на питання	1
завдання виконано з незначними неточностями/відповідь містить деякі неточності або несуттєві помилки (механічна помилка, невірно відображений результат арифметичної дії, необґрунтовано консервативний розрахунок, тощо)	0,85-0,95
завдання виконано зі значними помилками/відповідь неповна (помилка в розмірності, невірно використані довідкові коефіцієнти або параметри, суть питання розкрита поверхнево та у загальних рисах, тощо)	0,75-0,84
завдання виконано, проте використаний невірний підхід/відповідь на питання лише частково торкається суті питання	0,6-0,74
завдання не виконано	0

8.1.2. Модульна контрольна робота

Модульна контрольна робота виконується на останньому практичному занятті та містить 12 теоретичних запитань за матеріалами курсу 11 з яких є тестовими питаннями, що передбачають можливість вибору студентом відповіді на питання з запропонованих варіантів, та одного запитання для самостійної відповіді. Час виконання модульної контрольної роботи становить 15 хвилин. У разі здачі студентом роботи пізніше ніж за 15 хвилин від початку її виконання бали за модульну контрольну роботу не виставляються. Передача модульної контрольної роботи з метою підвищення балів не передбачена.

Максимальна кількість балів за кожне тестове питання становить 1 бал, за запитання для самостійної відповіді – 2 бали.

Величина коригувального коефіцієнта $K_{кр}$, що враховує точність відповідей на питання наведена у таблиці нижче.

Критерії оцінювання правильності відповідей на питання контрольної роботи:

<i>Критерій</i>	<i>Питання 1-11</i>	<i>Питання 12</i>
	<i>Коригувальний коефіцієнт $K_{кр}$</i>	
Вірна відповідь на питання	1	1
Відповідь містить деякі неточності або несуттєві помилки	-	0,9
Відповідь неповна, відсутні основні або базові моменти, що стосуються суті питання	-	0,75
Відповідь на питання лише частково торкається суті питання	-	0,5
Невірна відповідь на питання	0	0

8.1.3. Заохочувальні бали нараховуються за:

Участь в розробці нових завдань з лабораторних робіт, допомозі у підготовці наочного лекційного матеріалу, допомозі у створенні електронного методичного матеріалу (за умови виконання навчальної програми з дисципліни) - від +1 до +10 балів.

8.2. Розрахунок шкали (R) рейтингу

Сума набраних рейтингових балів може бути розрахована як:

$$R = \sum_{i=1}^4 (IP_i \times K_{РГР_i}) + \sum_{i=1}^{12} (TIP_i \times K_{ТРГР_i}) + \sum_{i=1}^{12} (KP_i \times K_{КР_i}) + ЗБ$$

Де IP_i – бали, набрані за виконання практичної частини i -го завдання індивідуальної роботи;
 TIP_i – бали, набрані за відповіді на теоретичні питання за тематикою завдань індивідуальної розрахунково-графічної роботи;

KP_i – бали, набрані за відповіді на питання модульної контрольної роботи; сума

балів, набраних за відповіді на питання модульної контрольної роботи;

$K_{РГР}$, $K_{КР}$ – відповідні коригувальні коефіцієнти;

ЗБ – сума заохочувальних балів.

8.3. Атестації

Умовою позитивної першої атестації є отримання не менше 50% з усіх можливих балів за виконані завдання з початку навчального семестру і до моменту проведення атестації. Умовою позитивної другої атестації є отримання не менше 50% з усіх можливих балів за виконані завдання за інтервал від першої атестації і до моменту проведення другої атестації.

8.4. Критерії оцінювання:

Набрані протягом навчального семестру бали переводяться до залікової оцінки згідно таблиці:

Бали	Оцінка
100...95	Відмінно

94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно (виконується залікова робота за умови допуску до заліку)
Невиконані всі завдання РГР, кількість набраних балів за завдання РГР менша за 30	Не допущено

Студенти, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань. У разі, якщо кількість набраних балів складає менше 60 або студент бажає отримати вищу оцінку за отриману залікову оцінку «Достатньо» або «Задовільно» – виконується залікова робота. При цьому всі набрані бали протягом семестру анулюються і кількість рейтингових балів стає рівною 0. Залікова робота складається з двох теоретичних питань та двох практичних завдань.

Кожне теоретичне питання максимально оцінюється в 20 балів за наступними критеріями:

- повна відповідь на запитання – 20 балів;
- відповідь, що містить незначні неточності – 15-19 балів;
- неповна відповідь – 12-14 балів;
- відповідь відсутня, містить значні неточності – 0-12 балів.

Кожне практичне завдання оцінюється максимально в 30 балів з урахуванням співбесіди з викладачем за наступними критеріями:

- повністю правильно виконане завдання – 30 балів;
- завдання виконане з незначними помилками – 23-29 балів;
- завдання виконане зі значними помилками – 18-23 бали;
- завдання не виконане або містить лише кілька виконаних вірних кроків – 0-18 балів.

У разі, якщо студент бажає отримати вищу оцінку за отриману залікову оцінку «Добре» або «Дуже добре» – проводиться залікова співбесіда з викладачем за матеріалами пройденого курсу, що складається з 5 додаткових базових питань або базових завдань. За результатами співбесіди до рейтингу студента можуть бути додані додаткові бали за кожну вірну відповідь на запитання/кожне вірно виконане завдання. При цьому максимальна кількість балів, що може бути отримана за одне запитання/завдання складає:

$$ЗР = \frac{100 - R}{5}$$

Кожне питання/завдання оцінюється за наступними критеріями:

- повна відповідь на запитання – ЗР балів;

- відповідь, що містить незначні неточності – $0,75 \cdot 3P \dots 0,95 \cdot 3P$ балів;
- неповна відповідь – $0,65 \cdot 3P \dots 0,75 \cdot 3P$ балів;
- відповідь відсутня, містить значні неточності – $0 \dots 0,6 \cdot 3P$ балів.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

ПИТАННЯ З ДИСЦИПЛІНИ

«МЕХАНІКА КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ», ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ЗАЛІК

- 1) Класифікація КМ. Области застосування КМ.
- 2) Матеріали для матриць та їх визначальні характеристики..
- 3) Дисперсно-зміцнені КМ..
- 4) Властивості епоксидних зв'язників та КМ на їх основі..
- 5) Фенолформальдегідні смоли..
- 6) Особливості використання епоксидних смол в КМ.
- 7) Органопластики та та інші КМ з органоволоконними наповнювачами
- 8) Епоксидні та поліімідні боропластики..
- 9) Вуглепластики та та інші КМ з вуглеволоконними наповнювачами.
- 10) Вуглепластики на термореактивних матрицях, на епоксидних, поліефірних та поліімідних зв'язниках..
- 11) Використання арамідних волокон. Фізикомеханічні характеристики органопластиків.
- 12) Кевлар. Його структура, властивості та галузі застосування..
- 13) Шаруваті композиційні матеріали
- 14) Сотові композиційні матеріали
- 15) Класифікація та загальні вимоги до апаратури та вимірювальних пристроїв
- 16) . Згин ортотропної прямокутної пластини з опертими сторонами.
- 17) Визначення модулів пружності. Визначення коефіцієнтів Пуасона..
- 18) Визначення характеристик міцності при згині.
- 19) Способи обробки результатів випробувань при сзуві та зрізі
- 20) Випробування на кліматичну стійкість та стійкість до агресивних середовищ.
- 21) Матеріали для виготовлення продукції спортивного призначення.
- 22) Температурне старіння КМ..
- 23) Види анізотропії композиційних матеріалів..
- 24) Ізотропне, транстропне та ортотропне тіла.
- 25) Метод температурно-часової аналогії
- 26) .Сучасні теорії міцності анізотропних матеріалів.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Склав доцент кафедри ДММ та ОМ, к.т.н. **Бондарець О.А.**,

Ухвалено кафедрою ДММ та ОМ (протокол № 5 від 16 грудня 2021 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ММІ (протокол № 5 від 17 грудня 2021 р.)