



ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ІЗ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Технології виробництва літальних апаратів
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	4 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредитів ECTS
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	https://schedule.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доц. Лавріненко Антон Дмитрович, 0964067298, alavrinenkov@hotmail.com Практичні: к.т.н., доц. Лавріненко Антон Дмитрович
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/NzEwODE4MDQ3MDA2?cjc=g4e6jl6

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Технологія виготовлення деталей із композитних матеріалів» відноситься до циклу професійної та практичної підготовки освітньо-професійного рівня «бакалавр з інженерної механіки» за спеціальністю Прикладна механіка. Дисципліна створює теоретичну та практичну базу фахівців для використання в дипломному проектуванні та майбутній практичній роботі.

Композит - це матеріал, що складається з двох або більше компонентів, які у поєднанні один з одним створюють новий матеріал або покращують характеристики одного з них. Таким чином, всі композиційні матеріали у своєму складі мають матрицю та жорсткий армуючий наповнювач. Як правило, роль наповнювача відіграють вуглецеві або скляні волокна, а матриця – це полімерний матеріал. Така конструкція дозволяє створювати легкі, але дуже міцні деталі. Тому саме в авіабудуванні композити стали особливо популярними – вони збільшують міцність авіаційних деталей, знижують їхню вагу та збільшують антикорозійну стійкість.

Вивчення особливості структури композитів, аналіз з точки зору оброблюваності засобами механічного або фізико-технічного впливу дозволяє ефективно та надійно застосовувати деталі із пластичних мас в інженерній практиці. Аналіз методів і способи створення виробів із композиційних матеріалів і пластичних мас, виходячи із принципу

формування вихідних функцій і властивостей готового виробу на всіх етапах його виробництва – від розробки матеріалу та до кінцевого формоутворення (включаючи фінішну обробку) дозволяє максимально повно використовувати синергію елементів пластичних мас та композитів.

Тож вивчення даного курсу поліпшить конкурентні переваги фахівця спеціальності 131- Прикладна механіка, зробить його більш затребуваним на сучасному ринку праці.

Метою дисципліни отримання теоретичних та практичних навичок, щодо процесів та технології виготовлення деталей із композитних матеріалів. Формування у студентів знань про: структуру та властивості композиційних конструкційних матеріалів, які застосовуються в аерокосмічній галузі; особливості складу та властивості композиційних конструкційних та електроізоляційних матеріалів для літаків, ракет та вертольотів, уявлення про технологічні процеси отримання виробів із полімерних композиційних матеріалів, технологічну оснастку для їх виготовлення.

Основні завдання дисципліни Засвоєння цієї дисципліни створює теоретичну та практичну базу фахівців для використання в дипломному проектуванні та майбутній практичній роботі. В результаті вивчення даної дисципліни у студента будуть сформовані теоретичні та практичні знання, щодо проектування виробів із композитних матеріалів, вибору відповідних матеріалів як матриці так і наповнювача, виготовлення спроектованої деталі тим чи іншим способом, аналіз параметрів якості отриманої деталі, фінішна обробка отриманого виробу

У студентів відповідно до Стандарту вищої освіти магістрів спеціальності 131 – Прикладна механіка – мають бути сформовані такі фахові компетенції:

— Здатність проводити технологічну та техніко-економічну оцінку ефективності використання нових технологій і технологічних засобів

— Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування (CAD), виробництва (CAM), інженерних досліджень (CAE) та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з прикладної механіки

— Здатність робити оцінки параметрів працездатності матеріалів, конструкцій і машин в експлуатаційних умовах та знаходити відповідні рішення для забезпечення заданого рівня надійності конструкцій і процесів, в тому числі і за наявності деякої невизначеності

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

Успішне вивчення дисципліни пов'язане з дисциплінами навчального плану I-IV курсів такими, як «Технологія конструкційних матеріалів», «Матеріалознавство», «Інженерна та комп'ютерна графіка», «Опір матеріалів», «Деталі машин».

Отримані студентом знання з системи керування виробничими процесами та автоматизованим обладнанням; про взаємозв'язок між CAD/CAM/CAE системами та автоматизованим обладнанням, а також вміння застосовувати CAD/CAM/CAE системи в навчальному процесі і науково-дослідницькій діяльності; визначати межу можливих застосувань технологічних процесів та інше, в подальшому можуть бути ним використані у будь-якому спеціальному курсі, а також при виконанні дипломного проекту бакалавра.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Композитні матеріали

Тема 1.1. Композитні матеріали в природі та виготовленні за техпроцесом

Розділ 2. Технології виготовлення композитних матеріалів

Тема 2.1. Технології отримання композитних матеріалів

Тема 2.2. Армуючі волокна

Тема 2.3. Матриці-сполучники

Тема 2.4. Напівфабрикати

Тема 2.5. Допоміжні матеріали

Розділ 3. Композитні панелі із стільниковим заповнювачем

Тема 3.1. Структура композитної панелі. Матеріали заповнювача та виготовлення

Розділ 4. Методи виготовлення деталей із композитних матеріалів

Тема 4.1. Процес виготовлення деталей із препрегів

Тема 4.2. Ручна та автоматична викладка композитного матеріалу

Тема 4.3. Вакуумна інфузія

Тема 4.4. Спікання деталей

Тема 4.5. Контактне формування

Тема 4.6. Протягування, намотка, напилення, формовка під температурою та тиском

Розділ 5. Механічна обробка

Тема 5.1. Інструмент для механічної обробки (свердлення та фрезерування) композитних деталей

Тема 5.2. Гідро та гідроабразивне різання

Тема 5.3. Лазерне різання

Розділ 6. З'єднання деталей із композитних матеріалів

Тема 6.1. Клеєві з'єднання

Тема 6.2. Болтові з'єднання

Тема 6.3. З'єднання стільникових панелей. Використання прокладок

Розділ 7. Випробування композитних матеріалів

Тема 7.1. Міцність та ресурс композитних конструкцій

Тема 7.2. Дефектоскопія деталей із композитних матеріалів

Розділ 8. Ремонт конструкцій із композитних матеріалів

Тема 8.1. Види ремонтних робіт композитних деталей

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

1. Michael Chun-Yung Niu. Composite airframe structures. Practical design information and data. – 664
2. Савчук П.П., Кашицька В.П., Мельничук М.Д., Садова О.Л. Композитні та порошкові матеріали. Навчальний посібник. — Луцький НТУ. — Луцьк: ФОП Теліцин О.В., 2017. — 368 с. — ISBN 978-617-7070-88-6.

Допоміжна

1. A.G. Bratukhin, V.S. Bogolyubov. Composite manufacturing technology. Published by Chapman & Hall. – 440 p.
2. Cindy Foreman. Advanced composite. Published by Jeppesen. – 256 p.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Дисципліна розрахована на один семестр. Вона складається з лекцій, практичних занять, та самостійної роботи студента.

В лекційній частині курсу викладено матеріал про будову композиційних матеріалів, технології їх отримання, технології отримання деталей із композиційних матеріалів, технології механічної обробки, особливості конструювання деталей, контроль якості

отриманих деталей та технологію ремонту деталей Від ступеня засвоєння цього матеріалу визначається глибина знань студента щодо предмета вивчення. Перелік тем лекцій:

Таблиця 1

№	Назва лекції	Кількість годин
1	Лекція 1. Конструкційні матеріали. Основний критерій виробу матеріалу	2
2	Лекція 2. Вступ до композиційних матеріалів	2
3	Лекція 3. Класифікація композиційних матеріалів	2
4	Лекція 4. Властивості композиційних матеріалів. Вироби із композиційних матеріалів.	2
5	Лекція 5. Технології виготовлення композиційних матеріалів. Армуючі волокна	1
6	Лекція 6. Технології виготовлення композиційних матеріалів. Матриці	1
7	Лекція 7. Технології виготовлення композиційних матеріалів. Напівфабрикати	1
8	Лекція 8. Технології виготовлення композиційних матеріалів. Допоміжні матеріали	1
9	Лекція 9. Композитні панелі із стільниковим заповнювачем. Технологія виготовлення та обробка	2
10	Лекція 10. Процес виготовлення деталей із препрегів	1
11	Лекція 11. Ручна та автоматична викладка композитного матеріалу	2
12	Лекція 12. Вакуумна інфузія	1
13	Лекція 13. Спікання композитних деталей	1
14	Лекція 14. Контактне формування	1
15	Лекція 15. Протягування, намотка, напилення, формовка під температурою та тиском	1
16	Лекція 16. Механічна обробка композитних деталей. Інструмент для різання, свердлення та фрезерної обробки	2
17	Лекція 17. Гідро та гідроабразивне різання. Лазерне різання	1
18	Лекція 18. Клеєві з'єднання композитних деталей	2
19	Лекція 19. Болтове з'єднання композитних деталей	2
20	Лекція 20. З'єднання стільникових панелей. Використання прокладок при з'єднанні композитних деталей	2
21	Лекція 21. Міцність та ресурс композитних конструкцій	2
22	Лекція 22. Дефектоскопія деталей із композитних матеріалів	2
23	Лекція 23. Ремонт композитних деталей	2

В рамках курсу запланована модульна контрольна робота.

Практичні заняття

Проведення практичних занять повинно допомогти студентам більш глибоко засвоїти теоретичний матеріал. Під час практичних занять студенти закріплюють отримані знання з технології отримання деталей із композиційних матеріалів. Мета практичних занять – закріпити у студентів певні навички щодо проектування композиційних деталей, технології їх отримання та особливостей обробки деталей.

Типовий перелік практичних занять:

Таблиця 2

№ з/п	Тема практичного заняття та перелік основних питань	Кількість годин
	Розробка CAD моделі деталі	2
	Розробка CAD моделей оснащення (матриці/пуансону) для викладки армуючого волокна	2
	Розробка технології виготовлення оснащення (матриці/пуансону)	2
	Вибір технології виготовлення композитної деталі. Розробка етапів виготовлення	2
	Визначення необхідного устаткування та розхідного матеріалу	2
	Розрахунок необхідної кількості армуючого матеріалу. Розрахунок розкрою армуючого матеріалу. Розрахунок кількості шарів армуючого матеріалу, плетіння та напрямків викладки	2
	Розрахунок режимів виготовлення	2
	Механічна обробка готового виробу	2

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Мета:

- навчити студента самостійної роботи над літературою, умінню вести пошук додаткових джерел інформації, умінню узагальнювати інформацію і доповідати;
- поширити та закріпити знання студента з тематики кожного розділу навчальних матеріалів дисципліни шляхом поглиблення знань з лекційного матеріалу, а також самостійне вивчення окремих тем.

Час для самостійної роботи (66 годин) використовується студентом для підготовки до аудиторних занять, до модульних контрольних робіт та для підготовки до іспиту (36 годин).

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які ставляться перед студентом:

- Відвідування практичних занять
- Виконання всіх практичних завдань

- Дві модульні контрольні роботи, які пишуться на лекційних заняттях без застосування допоміжних засобів (мобільні телефони, планшети та ін.);
- заохочувальні бали нараховуються за участь в модернізації практичних завдань, розробці презентацій лекційних занять. Кількість заохочуваних балів на більше 5;
- штрафні бали виставляються за недопуск до практичних занять у зв'язку з неготовністю студента, пропуск практичних занять та контрольної роботи без поважних причин. Кількість штрафних балів на більше 5.

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

Поточний контроль: МКР

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу.

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: зарахування усіх практичних робіт та семестровий рейтинг більше 30 балів.

Рейтинг студента у семестрі складається з балів, які він набрав за:

- роботу на практичних заняттях (60 балів)

Тематика та оцінювання практичних занять

Таблиця 3

№ з/п	Тема практичного заняття та перелік основних питань	Кількість годин
1	Розробка CAD моделі деталі	5
2	Розробка CAD моделей оснащення (матриці/пуансону) для викладки армуючого волокна	5
3	Розробка технології виготовлення оснащення (матриці/пуансону)	8
4	Вибір технології виготовлення композитної деталі. Розробка етапів виготовлення	5
5	Визначення необхідного устаткування та розхідного матеріалу	5
6	Розрахунок необхідної кількості армуючого матеріалу. Розрахунок розкрою армуючого матеріалу, розрахунок кількості шарів армуючого матеріалу, плетіння та напрямків викладки	10
7	Розрахунок режимів виготовлення	5
8	Механічна обробка готового виробу	7
9	Доповідь по технології виготовлення композитної деталі	10

- дві модульні контрольні роботи (20*2=40 балів).

Система рейтингових балів та критерії оцінювання

Практичні заняття

За активну роботу під час практичного заняття, відповіді на питання по темі та правильно зроблене завдання студент може отримати від 5 до 10 балів.

Модульний контроль (МКР)

Ваговий бал модульної контрольної роботи – 20. Максимальна кількість балів за дві контрольні роботи – 40.

Контрольна робота не зараховується, якщо підсумковий результат менше 9 балів (РМКР < 9).

Заохочувальні бали (до 5 балів) нараховуються за участь в модернізації завдань для практичних занять, розробці презентацій лекційних занять.

Загальна сума балів отриманих здобувачем переводиться до оцінки згідно таблиці відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

Таблиця 3

Бали	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Є не зараховані лабораторні роботи або не зарахована розрахункова робота	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Склав: доцентом, к.т.н.

Антон ЛАВРІНЕНКОВ

Ухвалено: кафедрою ТВЛА (протокол № 5 від 05.12.2023)

Погоджено: Методичною комісією НН ММІ (протокол № 4 від 22.12.2023 р.)