

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра композиційних конструкцій і авіаційного матеріалознавства (№ 403)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова НМК-1



Сергій НИЖНИК

« » _____ 2024 р.

СИЛАБУС ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Технологія виробництва виробів з композитів
(дисципліна вибіркового блоку Major)

(назва навчальної дисципліни)

Major. “Інженерія композитних конструкцій авіаційної
та ракетно-космічної техніки”

(вибірковий блок)

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: Ракетно-космічна техніка

(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: *перший (бакалаврський)*

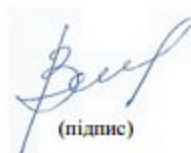
Силабус введено в дію з 01.09.2024 року

Харків – 2024 р.

Силабус «Технологія виробництва виробів з композитів» для студентів за всіма спеціальностями та освітніми програмами за НМК 1.

25.08.2024 р. – 11 с.

Розробник:
доцент кафедри композитних
конструкцій і авіаційного
матеріалознавства (№ 403))
к.т.н., доцент



(підпис)

Олексій ВАМБОЛЬ

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри композиційних конструкцій і авіаційного матеріалознавства (№403), протокол № 1 від 27.08.2024 р.

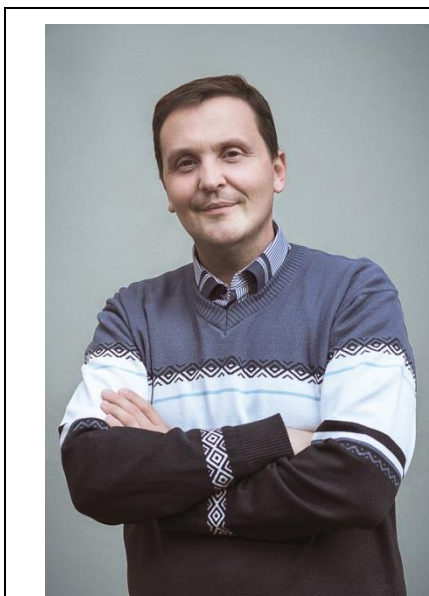
В.о. завідувача кафедри 403
к.т.н., доцент



(підпис)

Федір ГАГАУЗ

1. Загальна інформація про викладача



Вамболь Олексій Олександрович, к.т.н., доцент. З 2007 року викладає в університеті наступні дисципліни:

- інтелектуальна власність;
- науково-інженерні розробки та інтелектуальна власність;
- перспективні матеріали в авіаційній техніці;
- композитні конструкції в АРКТ.

Напрями наукових досліджень: оптимізація технології виробництва композитних конструкцій. Топологічна оптимізація композитних.

2. Опис навчальної дисципліни

Семестр, в якому викладається дисципліна – 7 семестр.

Обсяг дисципліни:

4 кредити ЄКТС (120 годин), у тому числі аудиторних – 64 години, самостійної роботи здобувачів – 56 годин.

Форми здобуття освіти

Денна, дистанційна, дуальна.

Дисципліна – вибіркова.

Види навчальної діяльності – лекції, практичні роботи, лабораторні роботи, самостійна робота здобувача.

Види контролю – поточний, модульний та підсумковий (семестровий) контроль (**іспит**).

Мова викладання – українська.

Необхідні обов'язкові попередні дисципліни (пререквізити) – дисципліни технічного циклу (фізика, матеріалознавство, механіка матеріалів, технології конструкційних матеріалів, дисципліни за спеціальністю, тощо).

Необхідні обов'язкові супутні дисципліни (кореквізити) – дисципліни за спеціальністю.

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета

Вивчення навчальної дисципліни «Технологія виробництва виробів з композитів» полягає в підготовці фахівця, який на базі отриманих знань має ґрунтовно підійти до вибору технології виробництва композитних

конструкцій та елементів, з урахуванням особливостей конструкції та можливостей підприємства.

Завдання

Вивчення технології виробництва композитів. Методи розрахунку технологічних параметрів та процесів. Особливості вибору технологічних процесів виробництва композитних конструкцій. Основні напрямки вдосконалення та розвитку технології виробництва композитів.

Після опанування дисципліни здобувач набуде наступні **компетентності**:

- розв'язувати задачі та проблеми пов'язані із виробництвом композитів;
- критично осмислювати та розв'язувати проблеми пов'язані з виробничими процесами композитних конструкцій, генерувати нові ідеї та підходи;
- використовувати інформаційні та комунікаційні технології для проектування та розробки технологічних процесів виробництва композитних конструкцій.
- орієнтуватися в сучасних й перспективних складових матеріалах та пов'язаних з ними технологічними процесами;
- мати базові знання технологічних процесів, методів, оснащення та обладнання для виготовлення деталей із композитів; вміння враховувати технологічні можливості та обмеження при проектуванні;
- використовувати на практиці отриманні знання та ґрунтовно доводити власні висновки з проблем у інженерній галузі до аудиторії.

Очікується, що після опанування дисципліни здобувач будуть досягнуті наступні **результати навчання** і він буде:

- мати здатність критично осмислювати проблеми авіаційної та/або ракетно-космічної техніки, у тому числі на межі із суміжними галузями, інженерними науками, фізикою, хімією, екологією, економікою.
- знати основні групи матеріалів для створення композитних конструкцій, ґрунтовно підходити до вибору матеріалів спираючись на вимоги, які висуваються до конструкції та особливості технології виробництва.
- вміти розробляти і реалізовувати технологічні процеси виробництва елементів та об'єктів ракетно-космічної техніки.; (СК5)
- знати технологічні процеси виробництва композитних конструкцій;
- вміти проводити аналіз перспективності застосування матеріалів в конструкції з урахуванням особливостей технології виробництва.

4. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Вихідні матеріали технології виробництва композитів. Допоміжні технологічні процеси.

Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Технологія виробництва виробів з композитів». Специфічні особливості технології виробництва деталей ЛА з КМ. Вихідні матеріали.

- *Форма занять: лекція, практичні та лабораторні заняття, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного(лекційного) навантаження: 6 годин.*

- *Практична робота: «Аналіз деталі та оцінка її на технологічність»: 2 години.*

- *Лабораторна робота: «Вивчення властивостей волокнистих армуючих матеріалів, які використовуються для виробництва композитів», «Приготування полімерних матричних матеріалів для ПКМ і визначення їхніх технологічних параметрів»: 6 годин.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): прилади для виконання практичних робіт, зразки, комп'ютер та доступ до мережі Інтернет.*

Предмет вивчення і задачі дисципліни. Специфічні особливості технології виробництва КМ. Основні етапи технологічної підготовки виробництва КМ. Класифікація технологічних процесів виробництва деталей з КМ. Призначення, вимоги та загальна класифікація обладнання для виробництва виробів з композиційних матеріалів. Підготовчі процеси для армуючих матеріалів. Вхідний контроль АМ. Снування, розшліхтування. Селекція. Підготовчі процеси для зв'язуючих. Типи зв'язуючих. Основні компоненти. Вхідний контроль компонентів. Приготування зв'язуючих. Вхідний контроль зв'язуючих..

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 12 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 2. Технологічні процеси формоутворення композитів.

- *Форма занять: лекція, практичні та лабораторні заняття, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного(лекційного) навантаження: 8 годин.*

- *Практична робота: «Розрахунок тканого армуючого матеріалу для виготовлення плоских шаруватих композитних деталей. Визначення коефіцієнту використання матеріалу»: 2 години.*

- *Лабораторна робота: «Розкрій тканих армуючих матеріалів для виготовлення плоских композитних панелей та панелей із закладними*

елементами», «Вивчення особливостей процесу ручного викладання композитних деталей»: 6 годин.

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): прилади для виконання практичних робіт, комп'ютер та доступ до мережі Інтернет.*

Методи викладання: ручне, механізоване та автоматизоване. Формоутворююча оснастка для технологічного процесу викладання. Типи оснастки. Норми часу на підготовку оснастки. Технологічний процес намотування. Типи намотування. Технологічні параметри намотування. Вибір раціональних параметрів намотування. Технологічні оправки для процесів намотування. Намотувальне обладнання. Типи намотувальних верстатів. Методи додаткового ущільнення намотаних структур. Техпроцес напилення. Сутність ТП напилення. Технологічне обладнання для процесів напилення. Протягання профілів – пултрузія. Пултрузійне обладнання та принцип роботи. Вибір технологічних параметрів формоутворення протяганням.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 16 години.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача. Вивчення термінів та визначень.

Модульний контроль 1

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.*

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.*

Підготовка до модульного контролю.

Змістовний модуль 2. Технологічні процеси формування та механічна обробка композитних конструкцій.

Тема 3. Основні методи формування композитів.

- *Форма занять: лекція, практичні та лабораторні заняття, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного(лекційного) навантаження: 10 годин.*

Практична робота: «Технологічний процес формування композитних конструкцій», «Визначення технологічних параметрів формування», «Вибір оптимальних технологічних параметрів процесу термокомпресійного формування»: 6 години.

- *Лабораторна робота: «Контактне формування»: 2 годин.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): прилади для виконання практичних робіт, комп'ютер та доступ до мережі Інтернет.*

Основні методи та види формування. Принципові особливості та структура технологічних процесів формування. Вибір технологічних параметрів формування. Типові режими формування. Контактне формування. Контактне з використанням УЗ. Контактне з опроміненням. Пружніе формування. Вакуумне формування. Вакуумне з використанням цулаги. Термокомпресійне формування. Термокомпресійне формування з використанням еластичного елемента, що формує. Автоклавне та гідроклавне формування. Формування у жорстких формах. Пресування з литтям, та пряме пресуванням. Просочування під тиском. Просочування під вакуумом. Особливості конструювання деталей з урахуванням технології пресування. Особливості формоутворювальної оснастки та її розрахунок.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 16 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Тема 4. Технологічні процеси механічної обробки деталей.

- *Форма занять: лекція, практичні та лабораторні заняття, самостійна робота.*

- *Обсяг аудиторного(лекційного) навантаження: 4 годин.*

Практична робота: «Вибір оптимальних параметрів техпроцесу різання композитів», «Вибір раціональних параметрів техпроцесу свердління отворів у виробках з КМ.», «Вибір оптимальних параметрів техпроцесу фрезкування пазів у виробі з КМ.»: 6 години.

- *Лабораторна робота: «Вивчення механообробного обладнання та інструменту»: 2 годин.*

- *Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): прилади для виконання практичних робіт, комп'ютер та доступ до мережі Інтернет.*

Технологічні процеси механічної обробки деталей. Особливості механічної обробки деталей із КМ. Критерій обробляємості. Режими обробки типових КМ. Вимоги до обладнання, різальних інструментів, та режимів механічної обробки. Якість поверхні КМ як комплексний показник їх властивостей. Різання. Типи різання. Переваги та недоліки різних типів різання. Абразивні круги. Режими різання. Точіння. Чорнове та чистове точіння. Схеми точіння. Інструмент. Розрахунок режимів точіння. Свердління. Вибір марки інструментального матеріалу та геометричних параметрів свердла. Режими обробки. Фрезерування. Особливості різального інструмента. Види фрез.

- *Обсяг самостійної роботи здобувачів: 12 годин.*

Опрацювання матеріалу лекцій. Формування питань до викладача.

Модульний контроль 2

- *Форма занять: написання модульної роботи в аудиторії (за рішенням лектора допускається проведення у дистанційній формі).*

- *Обсяг аудиторного навантаження: 2 години*

Обов'язкові предмети та засоби (обладнання, устаткування, матеріали, інструменти): відсутні.

- Обсяг самостійної роботи здобувачів – за необхідністю.

Підготовка до модульного контролю.

5. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом

6. Методи навчання

Словесні, наочні, практичні.

7. Методи контролю

Поточний контроль (теоретичне опитування й розв'язання практичних завдань), модульний контроль (тестування за розділами курсу) та підсумковий (семестровий) контроль (іспит).

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<i>Змістовний модуль 1</i>			
Виконання практичних та лабораторних робіт	1...4	5	4...20
Модульний контроль	0...30	1	0...30
<i>Змістовний модуль 2</i>			
Виконання практичних та лабораторних робіт	1...4	5	4...20
Модульний контроль	0...30	1	0...30
За семестр			8...100

Прийнята шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка для екзамену, курсового проекту (роботи), практики
90-100	відмінно
75-89	добре
60-74	задовільно
01-59	незадовільно з можливістю повторного складання

Іспит проводиться у вигляді тестування. Тест складається з 50 питань закритого типу (за правильну відповідь на одне питання здобувач отримує 2 балів).

Під час складання семестрового іспиту здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74) – показати мінімум знань та умінь. Захистити всі індивідуальні завдання та здати тестування. Знати основні поняття у науковій галузі та сучасний стан розвитку матеріалів, а також основні типи перспективних матеріалів. Вміти ґрунтовно обирати матеріали.

Добре (75-89) – твердо знати мінімум, захистити всі індивідуальні завдання, здати тестування. Знати основні поняття у науковій галузі та сучасний стан розвитку матеріалів, а також основні типи перспективних матеріалів. Вміти ґрунтовно обирати матеріали. Вміти обрати технологічний процес пов'язаний з матеріалом для виробництва певної конструкції. Орієнтуватися у властивостях та особливостях матеріалів та пов'язаних з ними технологічними процесами виробництва.

Відмінно (90-100) – здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх.

9. Політика навчального курсу

Відпрацювання пропущених занять відбувається відповідно до розкладу консультацій, за попереднім погодженням з викладачем. Питання, що стосуються академічної доброчесності, розглядає викладач або за процедурою, визначеною у Положенні про академічну доброчесність.

10. Методичне забезпечення та інформаційні ресурси

Підручники, навчальні посібники, навчально-методичні посібники, конспекти лекцій, методичні рекомендації з проведення лабораторних робіт тощо, які видані в Університеті:

1. Проектування та конструювання виробів із композиційних матеріалів. Теорія та практика : підручник / П. М. Гагауз, Ф. М. Гагауз, Я. С. Карпов, С. П. Кривенда; під ред. Я. С. Карпова. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2015. – 672 с.

2. Технологія виробництва літальних апаратів із композиційних матеріалів / [С. А. Бичков, В. Є. Гайдачук, О. В. Гайдачук та ін.]. – Київ: ІСДО, 1995. – 376 с.

3. Інженерне матеріалознавство. Метали, полімери, кераміка, композити : підручник / Я. С. Карпов, В. В. Остапчук, О. Г. Попова, І. М. Тараненко; М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т" ; за ред. Я. С. Карпова. - Харків. - Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", 2020. - 384 с. - 978-966-662-784-4 . - 70,60

4. Матеріалознавство : навч. посіб. до виконання лаб. робіт / В. В. Остапчук, О. Г. Попова, І. М. Тараненко ; М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т". - Харків. - Нац.

аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", 2022. - 129 с . - <http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/>

•Сторінка дисципліни знаходиться за посиланням:

<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=3551>

11. Рекомендована література

Базова

1. Advanced Composite Materials for Aerospace Engineering Processing, Properties and Applications. Edited by Soheli Rana and Raul Figueiro. Woodhead Publishing is an imprint of Elsevier; 2016.

2. van de Ven, Theodorus and Soldera, Armand. Advanced Materials, Berlin, Boston: De Gruyter, 2020. <https://doi.org/10.1515/9783110537734>

3. Ahmad K. Elshennawy, Gamal S. Weheba. Manufacturing Processes & Materials, 5th Edition / Ahmad K. Elshennawy, Gamal S. Weheba – Society of Manufacturing Engineers (SME), 2015. - 784.

Допоміжна

1. Mazumdar, S. Composites Manufacturing: Materials, Product, and Process Engineering (1st ed.). / S. Mazumdar. – CRC Press, 2001. <https://doi.org/10.1201/9781420041989>

2. Kelly, A., & Zweben, C. Comprehensive composite materials. (1st ed.) / A. Kelly, & C. Zweben – Elsevier Science, 2000.