


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.

**РОБОЧА ПРОГРАМА  
ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Механіка та міцність конструкцій з композитів (КП)

(назва навчальної дисципліни)

Мажор. “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)

Харків 2024 рік

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

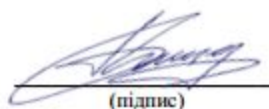


(підпис)

Федір ГАГАУЗ

Робочу програму 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. Опис навчальної дисципліни

|  |   |  |     |
|--|---|--|-----|
| Найменування показників  | Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти  | Характеристика навчальної дисципліни<br>(денна форма навчання) |     |
| Кількість кредитів – 2   | <b>Галузь знань</b><br><u>13 Механічна інженерія</u><br><small>(шифр і найменування)</small><br><br><b>Спеціальність</b><br><u>134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка</u><br><small>(код і найменування)</small><br><br><b>Освітня програма</b><br><u>«Ракетно-космічна техніка»</u><br><small>(найменування)</small><br><br><b>Рівень вищої освіти</b><br><u>перший (бакалаврський)</u> | Вибіркова  |     |
| Модулів – 1  |   | <b>Навчальний рік</b>  |     |
| Змістових модулів – 1  |   | 2024 / 2025  |     |
| Індивідуальне завдання<br>_____<br><small>(назва)</small>  |   | <b>Семестр</b>   |     |
|  |   | 7-й  | 8-й |
| Загальна кількість годин – 32 / 60   | <b>Лекції <sup>2)</sup></b>   |  |     |
|  | –   | –  |     |
| Кількість тижневих годин для денної форми навчання <sup>1)</sup> :<br><br>- аудиторних – 2.0<br>- самостійної роботи студента – 1.75 | <b>Практичні, семінарські <sup>2)</sup></b>   |  |     |
|  | 32  | –  |     |
|  | <b>Лабораторні <sup>2)</sup></b>  |  |     |
|  | –   | –  |     |
|  | <b>Самостійна робота</b>  |  |     |
| 28   |   | –  |     |
| <b>Індивідуальні завдання</b>  |   | –  |     |
| <b>Вид контролю</b>  |   | диф. залік   |     |

### Примітка:

<sup>1)</sup> Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи для денної форми навчання становить 32/28.

<sup>2)</sup> Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета вивчення:** формування у студентів практичних навичок для прогнозування несучої здатності композитних конструкцій, аналізу напружено-деформованого стану (НДС) та розрахунку міцності конструкцій із композиційних матеріалів.

**Завдання:** вивчення методів розрахунку НДС конструкцій з композитів на основі розрахункової схеми тонкостінного стержня.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач повинен *вміти:*

- визначати деформаційні властивості та характеристики міцності односпрямованих і шаруватих КМ при простому навантаженні;
- оцінювати міцність шаруватих КМ при складному механічному навантаженні;
- визначати напружено-деформований стан елементів конструкцій з КМ із застосуванням конкретних математичних моделей.
- застосовувати на практиці основні математичні моделі для синтезу методик визначення напружено-деформованого стану елементів конструкцій з КМ;

*мати уявлення про:*

- методи побудови основних математичних моделей для визначення напружено-деформованого стану елементів конструкцій з КМ;
- шляхи підвищення ефективності розподілу матеріалу в елементах конструкцій.

**Пререквізити** – «Матеріалознавство», «Механіка матеріалів та конструкцій», «Будівельна механіка конструкцій АРКТ», «Механіка та міцність конструкцій з композитів».

**Кореквізити** – «Конструювання, проектування та технологія виробництва виробів з композитів (КП)», «Комп'ютерні методи розрахунку конструкцій РКТ», «Конструювання і проектування виробів з композитів», «Розрахунок і проектування з'єднань композитних конструкцій», курсовий проект з дисципліни «Механіка та міцність конструкцій з композитів», кваліфікаційна робота бакалавра.

## 3. Зміст навчальної дисципліни

### Модуль 1. Розрахунок підкріплених оболонок.

#### Змістовий модуль 1. Модель тонкостінного підкріпленого стержня.

##### Тема 1. Модель тонкостінного підкріпленого стержня.

Модель тонкостінного підкріпленого стержня (ТПС), основні гіпотези та припущення. Одноплощинний закон розподілу деформацій у поперечному перерізі ТПС. Поняття депланації поперечного перерізу, випадки вільної і стиснутої депланації. Припущення про абсолютну жорсткість і абсолютну податливість контуру поперечного перерізу. Особливості розрахунку механічних характеристик поперечного перерізу і визначення нормальних напружень при згині ТПС. Обчислення потоку дотичних зусиль (ПДЗ) при згині ТПС з відкритим контуром поперечного перерізу. Центр згину, його визначення.

##### Тема 2. Згін та крутіння тонкостінних підкріплених стержнів.

Розрахунок ПДЗ при згині та крутінні ТПС з однозамкнутим контуром поперечного перерізу. Формула Бредта. Умови рівноваги та спільності деформацій. Приклади розрахунку ПДЗ і положення центра згину в підкріплених оболонках з однозамкнутим контуром.

##### Тема 3. Згін та крутіння тонкостінних підкріплених стержнів з багатозамкнутим контуром поперечного перерізу.

Методика розрахунку потоку дотичних зусиль (ПДЗ) при згині та крутінні ТПС з багатозамкнутим контуром поперечного перерізу. Умови рівноваги та спільності деформацій. Положення центра згину. Приклади розрахунку ПДЗ і положення центра згину в підкріплених оболонках з багатозамкнутим контуром поперечного перерізу. Особливості розрахунку підкріплених конічних оболонок.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем   | Кількість годин |              |           |          |          |           |
|---|-----------------|--------------|-----------|----------|----------|-----------|
|   | усього          | у тому числі |           |          |          |           |
|   |                 | лек          | пр        | лаб      | інд      | с.р.      |
| <b>Модуль 1. Розрахунок підкріплених оболонок.</b>  |                 |              |           |          |          |           |
| <b>Змістовий модуль 1. Модель тонкостінного підкріпленого стержня.</b>                                      |                 |              |           |          |          |           |
| Тема 1. Модель підкріпленого тонкостінного стержня.   | 12              | –            | 4         | –        | –        | 8         |
| Тема 2. Згін та крутіння підкріплених тонкостінних стержнів.  | 16              | –            | 4         | –        | –        | 12        |
| Тема 3. Згін та крутіння тонкостінних підкріплених стержнів з багатозамкнутим контуром поперечного перерізу | 32              | –            | 24        | –        | –        | 8         |
| <b>Разом з дисципліни</b>   | <b>60</b>       | <b>0</b>     | <b>32</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>28</b> |

#### 5. Теми практичних занять

| № з/п | Назва теми  | Кількість годин |
|-------|---|-----------------|
| 1     | Визначення механічних характеристик поперечного перерізу                                      | 4               |
| 2     | Визначення нормальних напружень при згині ТПС з відкритим контуром поперечного перерізу       | 2               |
| 3     | Обчислення потоку дотичних зусиль при згині ТПС з відкритим контуром поперечного перерізу     | 2               |
| 4     | Визначення нормальних напружень при згині ТПС з двохзамкнутим контуром поперечного перерізу   | 4               |
| 5     | Обчислення потоку дотичних зусиль при згині ТПС з двохзамкнутим контуром поперечного перерізу | 12              |
| 6     | Визначення положення центра згину ТПС з двохзамкнутим контуром поперечного перерізу           | 8               |
|       | <b>Разом</b>  | <b>32</b>       |

#### 7. Самостійна робота

| № з/п | Назва теми  | Кількість годин |
|-------|---|-----------------|
| 1     | Тема 1. Модель підкріпленого тонкостінного стержня.   | 8               |
| 2     | Тема 2. Згін та крутіння підкріплених тонкостінних стержнів.  | 12              |
| 3     | Тема 3. Згін та крутіння тонкостінних підкріплених стержнів з багатозамкнутим контуром поперечного перерізу | 8               |
|       | <b>Разом</b>  | <b>28</b>       |

#### 8. Методи навчання

Проведення практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота здобувачів за матеріалами, опублікованими кафедрою.

#### 9. Методи контролю

Проведення поточного контролю виконання курсового проекту, фінальний контроль (захист курсового проекту).

## 10. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Кількісні критерії оцінювання (розподіл балів).

| Пояснювальна записка | Ілюстративна частина | Захист роботи | Всього за 2-й семестр |
|----------------------|----------------------|---------------|-----------------------|
| 25...40              | 25...40              | 10...20       | 60...100              |

### Шкала оцінювання: бальна і традиційна

| Сума балів за всі види навчальної діяльності | Оцінка за традиційною шкалою  |               |
|--|-------------------------------|---------------|
|  | Іспит, диференційований залік | Залік         |
| 90 – 100                                     | Відмінно                      | Зараховано    |
| 75 – 89                                      | Добре                         |               |
| 60 – 74                                      | Задовільно                    |               |
| 0 – 59                                       | Незадовільно                  | Не зараховано |

## 11. Методичне забезпечення

Методичні вказівки до виконання курсового проекту.

## 12. Рекомендована література

### Базова

1. Верещака С. М. Механіка композиційних матеріалів: навч. посібник / С.М. Верещака. – Суми: Сумський державний університет, 2013. – 160 с.
2. Ever J. Barbero. Introduction to Composite Materials Design, 3rd Edition, 2017. – 570.
3. Корнілов О.А. Опір матеріалів. – Київ: Лотос. 2000. – 551 с.
4. Писаренко Г.С., Квітка О.Л., Уманський Е.С. Опір матеріалів. – К.: Вища школа. 2004. – 655с.

### Допоміжна

1. Полімерні матеріали в ракетно-космічній техніці: підручник / Є.О. Джур та ін. – К.: Вища освіта, 2003.
2. Корнілов О.А. Опір матеріалів. – Київ: Лотос. 2000. – 551 с.
3. Нові матеріали. Частина I: Міцність і деформування полімерних та композиційних матеріалів при короткочасному навантаженні: лабор. практикум. [Електронний ресурс] / М. С. Шидловський, О. П. Заховайко, О. В. Тимошенко, О. С. Мусієнко. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 81 с.