

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Запорізький національний технічний університет

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**до самостійної роботи**  
**з дисципліни “Теорія, розрахунок та проектування**  
**компресорів АД та ЕУ”**  
**для студентів спеціальності**  
**134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка**  
**(освітня програма «Авіаційні двигуни та енергетичні**  
**установки»)**  
**усіх форм навчання**

2018

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни “Теорія, розрахунок та проектування компресорів АД та ЕУ” для студентів спеціальності 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка (освітня програма «Авіаційні двигуни та енергетичні установки») усіх форм навчання / Уклад.: Кривих Ю.І. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – 10 с.

Укладачі: Кривих Ю.І., ст. викладач

Рецензент: Сахнюк Н.В., кандидат технічних наук, доцент

Відповідальний за випуск: Качан О.Я., доктор технічних наук, професор, зав. кафедри ТАД

Затверджено  
на засіданні кафедри ТАД  
протокол № 3 від 26.10.2017

Рекомендовано  
НМК МФ  
протокол № 3 від 28.11.2017

**ЗМІСТ**

ВСТУП .....	4
1 ЗАГАЛЬНИЙ ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ .....	6
1.1 Теми лекцій .....	6
1.2 Теми практичних робіт .....	6
1.3 Теми, що винесені на самостійне вивчення .....	7
2 ЛІТЕРАТУРА .....	9
2.1 Методичне забезпечення .....	9
2.2 Базова література.....	9
2.3 Допоміжна література.....	9

## ВСТУП

Курс теорії, розрахунку та проектування компресорів авіаційних двигунів та енергетичних установок передбачає вивчення основ теорії робочого процесу в авіаційних компресорах. У ньому викладені сучасні методи вибору основних параметрів авіаційних компресорів та етапи їх газодинамічного проектування. Велика увага приділена особливостям протікання характеристик компресорів на не розрахункових режимах роботи.

Теорія, розрахунок та проектування компресорів авіаційних двигунів та енергетичних займає одне з ведучих місць в системі підготовки авіаційного інженера. Без знань даного курсу неможлива підготовка технічно грамотного спеціаліста з авіаційних двигунів та енергетичних установок.

Метою дисципліни є надати можливість слухачам оволодіти теоретичними та практичними основами розрахунку та проектування авіаційних компресорів.

Завдання дисципліни: підготовка висококваліфікованих фахівців, що на сучасному рівні володіють теоретичними основами і практичними методами розрахунку та проектування авіаційних компресорів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати:

- теоретичні основи процесів, що протікають в компресорі;
- методики розрахунку та проектування компресорів;
- методики побудови профілів лопаток компресора.

вміти:

- складати розрахункові моделі для визначення основних параметрів компресорів;
- виконувати всі необхідні розрахунки компресорів;
- виконувати профілювання лопаток компресора;
- користуватися науково-технічною та довідковою літературою і проводити теоретичні дослідження в галузі теорії авіаційних лопаткових машин.

Навчальна робота над дисципліною складається з наступних компонентів: прослуховування лекцій; виконання та захист

практичних робіт, самостійне вивчення матеріалу за літературою, що рекомендується.

Вивчання курсу завершується складанням іспиту, до якого студент допускається за умови виконання усіх складових курсу.

При вивченні лекційного матеріалу та самостійній підготовці слід користуватися основною та додатковою літературою.

Додаткові літературні джерела призначені для більш детального розгляду окремих розділів предмету.

Самостійне вивчення матеріалу слід проводити згідно з темами до самостійної роботи, що наведені у розділі 1, користуючись рекомендованою літературою.

Студенти денної форми виконують конспект за темами до самостійної роботи.

Студенти заочної форми навчання виконують контрольну роботу, яка має бути виконана і надіслана на кафедру для перевірки відповідно з терміном, вказаним в учбовому плані, але не пізніше як за два тижні до початку заліково-екзаменаційної сесії.

Для вивчення даної дисципліни необхідне попереднє опанування наступних дисциплін:

- Вища математика
- Фізика
- Авіаційні матеріали
- Основи газової динаміки
- Конструкція АД та ЕУ
- Теорія та робочі процеси ПРД.

## 1 ЗАГАЛЬНИЙ ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

### 1.1 Теми лекцій

1. Компресор. Робочий процес в елементі компресора.
2. Основні рівняння робочого процесу в осьовому компресорі.
3. Зміна статичних та повних параметрів потоку повітря в ступені осьового компресора.
4. Основні параметри ступені осьового компресора.
5. Типи ступенів осьового компресора в залежності від ступеня реактивності.
6. Основні параметри багатоступеневих осьових компресорів та їх зв'язок з параметрами окремої ступені.
7. Зміна параметрів потоку повітря в проточній частині багатоступеневого компресора.
8. Основні геометричні параметри профілів і ґраток профілів осьового компресора.
9. Узагальнені характеристики ґраток авіаційних осьових компресорів.
10. Профілювання лопаток осьового компресора.
11. Перевірка ґраток авіаційного осьового компресора на «запирання».
12. Термогазодинамічне проектування багатоступеневих осьових компресорів (основні етапи).
13. Визначення основних геометричних розмірів проточної частини багатоступеневого осьового компресора.
14. Термодинамічний розрахунок всіх ступенів багатоступеневого осьового компресора.

При підготовці до лекційного матеріалу слід користуватися конспектом лекцій, а також літературою зі списку, наведеному у розділі 2.

### 1.2 Теми практичних робіт

1. Термогазодинамічний розрахунок осьового компресора (Розрахунок термодинамічних, кінематичних та геометричних параметрів осьового компресора. Побудова трикутника швидкостей для першої ступені).
2. Профілювання лопатки першої ступені осьового компресора. Побудова ґратки профілів.

При виконанні практичних робіт користуватися методичними вказівками, зазначеними в розділі 2.

### **1.3 Теми, що винесені на самостійне вивчення**

1. Одновимірна модель течії повітря в осьовому компресорі.
2. Двовимірна модель течії повітря в осьовому компресорі.
3. Трьохвимірна модель течії повітря в осьовому компресорі.
4. Рівняння кількості руху, що застосовується до двовимірної моделі осьового компресора.
5. Рівняння моментів кількості руху, що застосовується до двовимірної моделі осьового компресора.
6. Зображення термодинамічних процесів в лопаткових машинах у P-V діаграмі.
7. Зображення термодинамічних процесів в лопаткових машинах у T-s діаграмі.
8. Ступінь компресора з попередньою закрутою повітря в бік обертання ротора.
9. Умови узгодженої роботи елементарних ступенів, що розташовані на різних радіусах.
10. Закон закрутки повітря з постійною циркуляцією.
11. Закон закрутки повітря з постійною реактивністю.
12. Вплив радіальних та осьових зазорів на роботу ступені осьового компресора.
13. Основні параметри багатоступеневого осьового компресора, їх зв'язок з параметрами окремих ступенів.
14. Зміна параметрів потоку у проточній частині осьового багатоступеневого компресора.
15. Фізичні основи розподілу роботи стиску між ступенями багатоступеневого осьового компресора.
16. Розподіл роботи стиску в дво- та трикаскадних осьових компресорах.
17. Гідравлічні втрати в ступені осьового компресора.
18. Вибір форми проточної частини багатоступеневого осьового компресора.
19. Побудова проточної частини багатоступеневого осьового компресора.
20. Кінематичний розрахунок ступенів багатоступеневого осьового компресора на середньому діаметрі.

21. Розрахунок кінематичних параметрів ступенів багатоступеневого осьового компресора на різноманітних радіусах.

22. Розрахунок геометричних параметрів профілів лопаткових вінців багатоступеневого осьового компресора.

Під час підготовки слід користуватися літературою, рекомендованою у розділі 2 або будь-якими іншими джерелами, що дадуть можливість ознайомитися з даними темами.

## 2 ЛІТЕРАТУРА

### 2.1 Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни “Робочі процеси, конструкція, міцність і надійність авіаційних двигунів і агрегатів” для студентів спеціальності 7.090260 “Технологія будування авіаційних двигунів” усіх форм навчання/ Укл. Сахно О.Г., Павленко Д.В., Сахнюк Н.В. – Запоріжжя: ЗНТУ. - 2004. – 58 с.

2. Газодинамический расчет осевого компрессора ГТД/ Г.В. Павленко. – Учеб. Пособие. – Харьков: Нац. аэрокосмический ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2002. – 57 с.

3. Николенко Ю.Г. Профилирование решеток компрессоров и турбин воздушно-реактивных двигателей: Учеб. пособие. Харьков. 1972.

### 2.2 Базова література

1. Белоусов А.Н., Мусаткин Н.Ф., Радько В.М. Теория и расчет авиационных лопаточных машин. Учебник для вузов. 2-е изд., испр., доп., Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 2003.-344 с.

2. Белоусов А.Н., Мусаткин Н.Ф., Радько В.М., Кузьминов В.С. Проектный термогазодинамический расчет основных параметров авиационных лопаточных машин. Учебник для вузов, Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 2006.-316 с.

### 2.3 Допоміжна література

1. Ржавин Ю.А. Осевые и центробежные компрессоры двигателей летательных аппаратов: Учебник для вузов. М.: Издательство МАИ, 1995. 334 с.

2. Кузьмичев В.С., Трофимов А.А. Проектный расчет основных параметров турбокомпрессора авиационного ГТД. Куйбышев: КуАИ, 1984. 77с.

3. Холщевников К.В., Емин О.Н., Митрохин В.Т. Теория и расчет авиационных лопаточных машин: учебник для вузов. М.: Машиностроение, 1986. 432 с.

4. Нечаев Ю.Н., Федоров Р.М. Теория авиационных газотурбинных двигателей ч. 1, М., Машиностроение, 1977, 312 с.

5. Нечаев Ю.Н., Федоров Р.М. Теория авиационных газотурбинных двигателей ч. 2, М., Машиностроение, 1978, 336 с.

6. Лукачев В.П., Кулагин В.В. Теория ВРД (Основные закономерности рабочего процесса газотурбинных двигателей). Куйбышев: КуАИ, 1987. 227 с.

7. Гостелуоу Д. Аэродинамика решеток турбомашин / Пер. с англ. М.: Мир, 1987. 392 с.