

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання курсового проекту
з дисципліни «Комплексний курсовий проект з авіаційних
двигунів та енергетичних установок»
для студентів спеціальності
134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка
(освітня програма «Авіаційні двигуни та енергетичні
установки», «Технології авіаційних двигунів та
енергетичних установок»)
усіх форм навчання

2023

Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Комплексний курсовий проект з авіаційних двигунів та енергетичних установок» для студентів спеціальності 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка (освітня програма «Авіаційні двигуни та енергетичні установки», «Технології виробництва авіаційних двигунів та енергетичних установок») усіх форм навчання / Уклад.: Кривих Ю.І. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2023. – 17 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 № 7 від 06.03.2023

Рекомендовано
НМК МФ
протокол № 5 від 09.03.2023

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Завдання на курсовий проект	5
2. Зміст пояснювальної записки	6
3. Методичні вказівки до виконання курсового проекту	8
4. Оформлення пояснювальної записки до курсного проекту	10
5. Захист курсового проекту	12
Рекомендована література	13
Додаток А Таблиця завдань	14
Додаток Б Приклад титульного аркуша пояснювальної записки до курсового проекту	15
Додаток В. Бланк завдання на курсовий проект	16
Додаток Г Бланк календарного плану	17

ВСТУП

При навчанні на спеціальності 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка», студент повинен вміти використовувати набуті теоретичні знання на практиці. Одним з шляхів для цього є виконання курсового проекту з дисципліни "Комплексний курсовий проект з авіаційних двигунів та енергетичних установок". При цьому він має чітко орієнтуватися у наявних вихідних матеріалах, конструкції авіаційної техніки та методах розрахунків, що сьогодні використовуються у цій галузі.

Курсовий проект ґрунтується на вивченні відповідних теоретичних дисциплін та виконанні лабораторних та практичних робіт. Курсовий проект є самостійною роботою студента, при виконанні якої він повинен вирішити комплекс питань наукового, теоретичного та конструкторського економічного характеру, навчитися приймати науково обґрунтовані рішення. Досвід виконання курсового проектування слугуватиме у подальшому основою для виконання дипломного проекту, а також може стати у нагоді у майбутній діяльності.

Перед початком проектування студент одержує від керівника роботи індивідуальне завдання на курсовий проект (додаток А) з переліком необхідних даних.

Звітна документація з виконання курсового проекту має бути оформлена згідно з чинними державними стандартами (зокрема ДСТУ 3008-2015), а також з вимогами стандартів НУ «Запорізька політехніка».

1 ЗАВДАННЯ НА КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

Курсовий проект є результатом вивчення ряду дисциплін: «Конструкція авіаційних двигунів та енергетичних установок», «Теорія та робочі процеси повітряно-реактивних двигунів», «Теорія, розрахунок та проектування лопаткових машин» та «Міцність деталей авіаційних двигунів». Основною метою курсового проектування є поглиблення і систематизація знань, отриманих студентом протягом попереднього навчання, і надання йому можливості набути досвід самостійної роботи при розв'язанні інженерних та конструкторських задач.

При роботі над курсовим проектом студент має використовувати лекційний матеріал, відповідну до теми проекту літературу, довідкові та інші матеріали, отримані за час навчання в університеті.

Індивідуальні завдання курсових проектів наведені у «Таблиці завдань» (додаток А). Кожне завдання складається з двигуна-прототипу, його тяги, повної температури газів на виході з камери згоряння, сумарного ступеня підвищення тиску компресора, конкретного вузла двигуна, що проектується. Конкретні значення цих величин задаються керівником курсового проекту.

Результатом курсового проектування повинні бути, пояснювальна записка, креслення і додатки (у випадку необхідності).

2 ЗМІСТ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

Пояснювальна записка має містити такі структурні елементи: титульний аркуш, завдання на курсовий проект студента, календарний план виконання курсового проекту, реферат, зміст, вступ, суть записки, висновки, перелік посилань, додатки (в разі їх необхідності).

Форма титульного аркуша наведена у додатку Б.

Вихідні дані та інформація про зміст курсового проекту вносяться до бланку завдання (додаток В).

Терміни виконання окремих етапів проекту наводяться у календарному плані (додаток Г).

Реферат призначений для ознайомлення з пояснювальною запискою. Він повинен містити відомості про її обсяг, кількість креслень, а також джерел за переліком посилань, текст реферату і перелік ключових слів.

Текст реферату має відображати основні відомості, наведені у пояснювальній записці, обсягом не більше 10...12 речень.

Ключові слова у кількості 5...15 слів (словосполучень) мають бути надруковані великими літерами в називному відмінку в рядок через коми, розташовані за абеткою мови звіту та повинні відповідати суті пояснювальної записки. Рекомендовано ключові слова подавати перед текстом реферату.

Зміст - це перелік, який складається з вступу, найменувань розділів суті записки, висновків, переліку посилань, найменування додатків і номерів сторінок, на яких розміщується початок відповідного розділу.

Вступ звіту повинен містити загальну характеристику конструкції спроектованого виробу, основні проблеми, які довелося вирішувати при проектуванні.

Суть пояснювальної записки повинна містити вихідні матеріали на проектування, викладення всіх етапів проектування, висновки і креслення за розмірами, отриманими в результаті проектування.

Висновки повинні містити підсумок проектування: короткий опис основних етапів проектування та результати отримані на кожному з них.

Перелік посилань повинен містити літературні джерела, які використовувалися при складанні пояснювальної записки. Джерела

належить розміщувати у порядку згадування їх у тексті пояснювальної записки.

У додатках, якщо у них буде необхідність, можуть бути розміщені матеріали, необхідні для повноти розуміння конструкції та процесу розрахунку та проектування виробу. У додатках також можуть розміщуватись додаткові ілюстрації або таблиці.

До пояснювальної записки додаються наступні креслення: спроектований вузол з розмірами (A1-A2); графіки залежності питомих параметрів від параметрів циклу (A2); план швидкостей та ґратка профілів лопаток (A2); схема розрахунку валу на міцність (A2).

3 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Виконання курсового проекту складається з наступних етапів, які повинні бути відображені у пояснювальній записці.

1. Опис конструкції двигуна-прототипу.

Надається загальний опис конструкції двигуна-прототипу та його систем з необхідними схемами та ілюстраціями.

2. Вибір оптимальних параметрів.

За допомогою програми MathCad на основі вихідних даних виконується розрахунок ряду показників двигуна та будуються графіки залежності питомих параметрів від параметрів циклу.

За отриманими графіками робиться обґрунтований висновок, які з отриманих показників (температура газу за камерою згоряння та ступінь підвищення тиску у компресорі) будуть найбільш вигідними в конкретному випадку.

3. Термодинамічний розрахунок двигуна [1,2,9]. В результаті розрахунку визначаються термодинамічні параметри двигуна по всіх перерізах та його питомі параметри. Дані, отримані в цьому розділі, стануть вихідними для подальших розрахунків.

4. Газодинамічний розрахунок проектного вузла [3,4]. В результаті розрахунку отримують газодинамічні, кінематичні та геометричні параметри проектного вузла. За результатами розрахунку будується план швидкостей першого ступеня вузла на середньому діаметрі.

5. Розрахунок лопаток та ґраток профілів робочого колеса першого ступеня проектного вузла [5,6]. На основі даних з попередніх розрахунків, за попередньо вибраним та конструктивно обґрунтованим законом закрутки, виконується побудова ґраток профілів робочого колеса першого ступеня проектного вузла.

6. Розрахунок валу на міцність [7,8]. Виконується аналіз всіх навантажень, що діють на вал під час роботи двигуна. Будується розрахункова схема та виконуються всі необхідні розрахунки. В результаті розрахунку перевіряється на міцність критичний переріз та за значенням коефіцієнта запасу міцності робиться обґрунтований висновок про те, чи відповідає конструкція валу заданим вимогам міцності.

Креслення виконується згідно з вимогами ЄСКД. Вони повинні мати всі необхідні проекції, розрізи і т.п. Проставлені розміри повинні забезпечувати можливість виготовлення виробу і контролю його якості.

4 ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Текст пояснювальної записки друкується (пишеться) на аркушах паперу А4 шрифтом TimesNewRoman, розмір – 14, вирівняння по ширині, абзац – 10 мм (повинен бути однаковим впродовж усього тексту пояснювальної записки), міжрядковий інтервал – 1,5 рядка.

Параметри сторінки: поля – верхнє і нижнє – 20 мм, лівє – 25...30 мм, правє – 10...15 мм.

Номери сторінок проставляти арабськими цифрами, додержуючись наскрізної нумерації впродовж усього тексту. Номер сторінки проставляють у правому верхньому куті сторінки без крапки в кінці.

Титульний лист включають до загальної нумерації сторінок. Номер сторінки на титульному листі не проставляють.

Завдання на проект включають до загальної нумерації сторінок. При двохсторонньому типографському бланку завдання враховують як дві сторінки.

Реферат і текст змісту також включають до загальної нумерації сторінок.

Назви структурних елементів «РЕФЕРАТ», «ЗМІСТ», «ВСТУП», «ВИСНОВКИ», «ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ» не нумеруються. Заголовки структурних елементів та заголовки розділів друкуються великими літерами напівжирним шрифтом TimesNewRoman посередині рядка.

Заголовки підрозділів, пунктів і підпунктів друкуються з абзацного відступу без крапки в кінці.

Відстань між заголовком та подальшим або попереднім текстом становить два міжрядкові інтервали. Відстань між двома заголовками приймається такою, як по тексту звіту. Не допускається розташовувати найменування розділу, підрозділу, пункту та підпункту на останньому рядку сторінки.

Бібліографічний опис літературних джерел у «Переліку посилань» виконують відповідно до вимог ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання».

Висновки, перелік посилань друкуються на окремих аркушах і розміщуються безпосередньо за текстом суті пояснювальної записки.

Додатки розміщують після «Переліку посилань» з нового аркуша як продовження записки. Кожний додаток починають з нової сторінки. Додаток повинен мати заголовок, надрукований вгорі малими літерами з першої великої симетрично відносно тексту сторінки. Слово «Додаток» та велику літеру, що позначає додаток, записують посередині рядка над заголовком.

Детальніше з правилами оформлення пояснювальної записки можна ознайомитись у ДСТУ 3008:2015 «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання».

5 ЗАХИСТ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Після закінчення підготовки курсового проекту у встановлений термін проводиться його захист. Захист проводиться прилюдно перед комісією з двох – трьох викладачів кафедри, у тому числі й керівника курсового проекту.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Брехов А.Ф., Павленко Г.В., Поляков А.Е. Выбор параметров и термогазодинамический расчет двухконтурных турбореактивных двигателей: учеб. пособие. Харьков: Харьк. авиац. ин-т, 1984. 100с.
2. Павленко Г.В. Термогазодинамический расчет газотурбинных двигателей и установок: учеб. пособие. Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2007. 63 с.
3. Павленко Г.В. Газодинамический расчёт осевого компрессора ГТД: учеб. пособие. Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2002. 57с.
4. Павленко Г.В., Волов А.Г. Газодинамический расчет осевой газовой турбины: учеб. пособие. Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2007. 75 с.
5. Коваль В.А. Профилирование лопаток МОК: методическое пособие. Харьков: ХАИ 1985. 51с.
6. Коваль Б.А. Профилирование лопаток авиационных турбин: учеб. пособие. Харьков: Харьк. авиац. ин-т, 1986. 49с.
7. Методичні вказівки до виконання практичних і самостійних робіт з дисципліни «Робочі процеси, конструкція, міцність і надійність авіаційних двигунів та агрегатів» для студентів спеціальності 7.09260 «Технологія будування авіаційних двигунів» всіх форм навчання / Укл.: О.Г. Сахно, Н.В. Гончар, Д.В. Павленко, Н.В. Сахнюк – Запоріжжя: ЗНТУ, 2004. – 27с.
8. Шошин Ю.С., Епифанов С.В. Расчет на прочность рабочей лопатки компрессора или турбины: учеб. пособие. Харьков: ХАИ, 2007, 32с.
9. Кулик М.С., Моца В.Г., Шпакович М.І. Теорія компресорів та газотурбінних установок: навч. посібник. К.: НАУ, 2002. 220 с.
10. Теорія теплових двигунів. Газодинамічний розрахунок елементів газотурбінних двигунів : навч. посібник / [Терещенко Ю.М., Кулик М.С., Мітрахович М.М. та ін]; за ред. Ю.М. Терещенка. – К.: НАУ, 2015. – 292 с.
11. Теорія компресорів та газотурбінних установок.: навч. посібник / Кулик М.С., Моца В.Г., Шпакович М.І.; за ред. М.С. Кулика. – К.: НАУ, 2002.– 220 с.

Додаток А

Таблиця завдань

Варіант	Тип двигуна	Вузол	Вихідні параметри
1	ТРДД (Аи-222-25)	КВТ	$T_3^*(K), \pi_{\kappa}^*, P(H), m$
2	ТРДД (Аи-222-25)	КНТ	$T_3^*(K), \pi_{\kappa}^*, P(H), m$
3	ТРДД (Аи-222-25)	ТВТ	$T_3^*(K), \pi_{\kappa}^*, P(H), m$
4	ТРДД (Аи-222-25)	ТНТ	$T_3^*(K), \pi_{\kappa}^*, P(H), m$
5	ТРДД (Аи-25)	КВТ	$T_3^*(K), \pi_{\kappa}^*, P(H), m$
6	ТРДД (Аи-25)	КНТ	$T_3^*(K), \pi_{\kappa}^*, P(H), m$
7	ТРДД (Аи-25)	ТВТ	$T_3^*(K), \pi_{\kappa}^*, P(H), m$
8	ТРДД (Аи-25)	ТНТ	$T_3^*(K), \pi_{\kappa}^*, P(H), m$
9	ТВаД (ТВ3-117)	компресор	$T_3^*(K), \pi_{\kappa}^*, N(\text{кВт})$
10	ТВаД (ТВ3-117)	турбіна компресора	$T_3^*(K), \pi_{\kappa}^*, N(\text{кВт})$
11	ТВаД (ТВ3-117)	вільна турбіна	$T_3^*(K), \pi_{\kappa}^*, N(\text{кВт})$
12	ТГвД (ТВ3-117-СБМ-1)	компресор	$T_3^*(K), \pi_{\kappa}^*, N(\text{кВт})$
13	ТГвД (ТВ3-117-СБМ-1)	турбіна компресора	$T_3^*(K), \pi_{\kappa}^*, N(\text{кВт})$
14	ТГвД (ТВ3-117-СБМ-1)	турбіна гвинта	$T_3^*(K), \pi_{\kappa}^*, N(\text{кВт})$
15	ТГвД (Аи-20)	компресор	$T_3^*(K), \pi_{\kappa}^*, N(\text{кВт})$
16	ТГвД (Аи-20)	турбіна	$T_3^*(K), \pi_{\kappa}^*, N(\text{кВт})$

Примітка: Чисельні значення вихідних параметрів задає керівник

Додаток Б

Приклад титульного аркуша пояснювальної записки до курсового проекту

Форма № 17

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Технології авіаційних двигунів
(найменування кафедри)

КУРСОВИЙ ПРОЕКТ
(РОБОТА)

з Комплексний курсовий проект
на тему: _____

Студента (ки) _ курсу _____ групи
спеціальності 134 авіаційна та
ракетно-космічна техніка
освітня програма (спеціалізація)

(прізвище та ініціали)

Керівник _____
(посада, вчене звання, науковий ступінь,
прізвище та ініціали)

Національна шкала _____

Кількість балів: __ Оцінка: ECTS __

Члени комісії

(підпис) (прізвище та ініціали)

(підпис) (прізвище та ініціали)

(підпис) (прізвище та ініціали)

20__ рік

Додаток В

Бланк завдання на курсовий проект

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА
ПОЛІТЕХНІКА»**Кафедра Технології авіаційних двигунівДисципліна Комплексний курсовий проектСпеціальність 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка

Курс __ Група __ Семестр __

**ЗАВДАННЯ
на курсовий проект (роботу) студентіві**_____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи): _____

2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи): _____

3. Вихідні дані до проекту (роботи): _____

4. ЗМІСТ розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити): _____

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): _____

6. Дата видачі завдання: _____

Додаток Г

Бланк календарного плану

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН
виконання курсового проекту

№ п/п	Назва етапів курсового проекту	Термін виконання етапів роботи	Примітки

Студент _____ / _____ /
(підпис) (прізвище, ініціали)Керівник _____ / _____ /
(підпис) (прізвище, ініціали)

«__» _____ 20__ р.