

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

Кафедра конструкцій і проектування ракетної техніки (№ 401)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник проектної групи

 В.О. Серeda
(підпис) (ініціали та прізвище)

«_____» _____ 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Констрккція і проектування ракетних двигунів
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 13 Механічна інженерія
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: Ракетні двигуни та енергетичні установки
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Харків 2021 рік

Робоча програма Конструкція і проектування ракетних двигунів

(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю 134 Авіаційні та ракетно-космічні комплекси
освітньою програмою Ракетні двигуни та енергетичні установки

« 26 » 08 2021 р., – 8 с.

Розробник: Завістовський Д.І. доцент каф. 401, канд. техн. наук

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

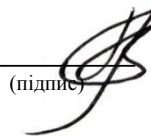
Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри конструкцій і проектування ракетної техніки

(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 27 » 08 2021 р.

В.о. завідувача кафедри канд. техн. наук

(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

В.О. Серeda

(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів 4	Галузь знань <u>13 Механічна інженерія</u> (шифр і найменування) Спеціальність <u>134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка</u> (код і найменування) Освітня програма <u>Ракетні двигуни та енергетичні установки</u> (найменування) Рівень вищої освіти: другий (магістерський)	Цикл загальної підготовки
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів –		2021/2022
Індивідуальне завдання _____ (назва)		Семестр
		1-й
Загальна кількість годин – 120		Лекції*
		16 годин
		Практичні, семінарські*
		16 годин
		Лабораторні*
		___ годин
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 3,63		Самостійна робота
		84 годин
		Вид контролю
		іспит

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить 32*/58*

* Аудиторне навантаження може бути збільшене або зменшене на одну годину в залежності від розкладу занять

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: дати знання про розрахунок головних частини систем рідинних та твердопаливних ракетних двигунів літальних апаратів, уявлення про обґрунтований вибір газодинамічних органів керування РДТП та їх розрахунок.

Завдання:

1. Розглянути існуючі та перспективні газодинамічні органи керування РДТП та їх розрахунок.
2. Розглянути існуючі методи розрахунку головних елементів ТНА РРД – дисків та лопаток турбін.
3. Розглянути існуючі методи розрахунку корпусів РДТП.
4. Розглянути методи розрахунків міцності зарядів твердодго палива.

У результаті вивчення згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

знати: загальну класифікацію ракетних двигунів за призначенням і виконанням

функцій; загальні вимоги до РД: Технічні, виробничо-економічні та експлуатаційні; функції конструктивних вузлів камери згоряння і сопла; основні види навантажень на камери згоряння, режими роботи камер; особливості технології виробництва оболонок з ребрами та колекторів, які пов'язані з їх конструюванням; вимоги до внутрішнього охолодження камер РРД; головні напрямки і сучасні перспективи розвитку РРД; основи проектування і конструювання РРД з обліком можливостей та перспектив застосування систем автоматизованого проектування (САПР);

вміти: аналізувати структурні та схемні рішення щодо камер РРД та твердопаливних двигунів; аналізувати конструктивні рішення, проводити їх оптимізацію та розрахунки; проектувати і конструювати основні вузли і елементи; використовувати ЕОМ для проектування, конструювання та розрахунку.

Міждисциплінарні зв'язки: студент повинен знати наступні дисципліни: Конструкція і проектування рідинних ракетних двигунів, Конструкція і проектування ракетних двигунів твердого палива.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. «Газодинамічні органи керування РДТП»

Тема 1. Особливості газодинамічних органів керування РДТП.

Класифікація газодинамічних органів керування РДТП. Головні характеристики органів керування. Конструктивні схеми органів керування.

Тема 2. Розрахунок та вибір оптимальних параметрів газодинамічних органів керування РДТП.

Вибір та обґрунтування рівня сил та моментів, що повинні діяти під час польоту ракети. Визначення сил, що діють у різних органах керування. Визначення діючих моментів та їх зміни під час польоту.

Тема 3. Розрахунки лопаток турбін ТНА.

Силові та теплові навантаження лопаток турбін ТНА. Розрахункова схема. Визначення напружень від дії розтягнення. Визначення напружень від дії вигину. Визначення напружень від дії газодинамічних сил. Визначення напружень від дії нагріву. Визначення напружень від комбінованої дії

Модуль 2. «Розрахунки міцності елементів конструкції ТНА РРД»

Тема 4. Розрахунки дисків турбін ТНА.

Класифікація дисків турбін. Розподіл напружень по радіусу диску турбіни. Вплив форми диску на розподіл напружень. Аналітичні методи визначення напружень. Числові методи визначення напружень.

Тема 5. Міцність ракетних двигунів на твердому паливі (РДТП)

Критерії працездатності. Інтенсивність напружень та деформацій. Розрахункові випадки та особливості навантажень. Визначення вісьових зусиль у корпусі РДТП. Розрахунок міцності корпусу РДТП. Розрахунок корпусу в умовах упруго-пластичних деформацій.

Тема 6. Міцність зарядів твердого палива.

Навантаження зарядів твердого палива. Критерії міцності. Особливості фізико-механічних властивостей твердого палива. Розрахунок міцності вкладного заряду. Розрахунок міцності під час роботи двигуна. Розрахунок міцності міцно-скріпленого заряду.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Модуль 1. «Газодинамічні органи керування РДТП»						
<i>Тема 1. Особливості газодинамічних органів керування РДТП.</i>	18	2	2			14
<i>Тема 2. Розрахунок та вибір оптимальних параметрів газодинамічних органів керування РДТП.</i>	20	2	2			16
<i>Тема 3. Розрахунки лопаток турбін ТНА.</i>	22	4	4			14
Разом за модулем 1	60	8	8			44
Модуль 2. «Розрахунки міцності елементів конструкції ТНА РРД»						
<i>Тема 4. Розрахунки дисків турбін ТНА.</i>	20	2	2			16
<i>Тема 5. Міцність ракетно-прямотічних двигунів на твердому паливі (РДТП)</i>	20	4	2			14
<i>Тема 6. Міцність зарядів твердого палива.</i>	20	2	4			14
Разом за модулем 2	60	8	8			44
Усього годин	120	16	16			88

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розрахунок при проектуванні камери РДТП без урахування крайового ефекту	3
2	Перевірочний розрахунок міцності корпусу РДТП	4
3	Визначення вісьових зусиль у корпусі	4
4	Розрахунок оболонки корпусу, матеріал якого не виходить за межі зони упругих деформацій	3
5	Розрахунок оболонки корпусу у зоні упруго-пластичних деформацій	2
	Разом	16

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Процеси у соплах ракетних двигунів.	14
2	Робочі машини для переміщення рухомих сопл.	16
3	Лопатки турбін з перемінним перерізом по висоті. Геометричні характеристики перерізів лопатки.	14
4	Диски радіальних турбін та відцентрових насосів.	16
5	Матеріали корпусівРДТП.	14
6	Способи описання в'язко-упругого стану матеріалу.	14
	Разом	88

9. Індивідуальні завдання.

Не передбачено навчальним планом.

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних робіт, практичних робіт, індивідуальних консультацій, самостійна робота студентів за рекомендованою навчальною літературою. Всезагальний, теоретичні загальнонаукові, аналізу, синтезу, гіпотетичний та аксіоматичний, системного підходу та ін.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю виконання розрахункових робіт, усної здачі лабораторних робіт, письмового модульного контролю.Здачі письмового модульного контролю. Підсумковий контроль – іспит (10 семестр).

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовий модуль 1			
1. Робота на лекціях	0..2	4	0..8
2.Виконання та захист практичних робіт	3..4	4	12..16
3. Складання модульного контролю	18..26	1	18..26
Змістовий модуль 2			
1. Робота на лекціях	0..2	4	0..8
2. Виконання та захист практичних робіт	3..4	4	12..16
3. Складання модульного контролю	18..26	1	18..26
Всього			60..100

Семестровий контроль (залік) проводиться у разі відмови студента від балів поточного контролю й за наявності допуску до заліку. Під час складання семестрового заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для заліку складається з 2 теоретичних запитань. Максимальна кількість балів за кожне питання 50 балів (сума – 100 балів).

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

Студент повинен мати знання про розрахунок головних частини систем рідинних та твердопаливних ракетних двигунів літальних апаратів, уявлення про обґрунтований вибір газодинамічних органів керування РДТП та їх розрахунок.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати всі заплановані практичні роботи. Мати мінімум знань про розрахунок головних частин систем рідинних та твердопаливних ракетних двигунів літальних апаратів.

Добре (75 - 89). Твердо знати мінімум знань, виконати усі передбачені програмою завдання. Показати вміння виконувати всі практичні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням загальних рішень та заходів. Мати знання про розрахунок головних частини систем рідинних та твердопаливних ракетних двигунів літальних апаратів, уявлення про обґрунтований вибір газодинамічних органів керування РДТП та їх розрахунок.

Відмінно (90 - 100). Повністю володіти основним та додатковим матеріалом передбаченим програмою дисципліни. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках.

Вміти виконати та добре орієнтуватися в матеріалах стосовно засобів і прийомів розрахунок головних частин основних систем ракетних двигунів, вміти обґрунтувати вибір газодинамічних органів керування РДТП та виконати їх розрахунок. Здати всі контрольні точки вчасно та з оцінкою «відмінно».

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

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

13. Методичне забезпечення.

Матеріали та посібники методичного кабінету кафедри 401 «Проектування ракетно-космічних апаратів».

14. Рекомендована література

Базова

1. Твердые топлива реактивных двигателей/ В.Н.Аликин, А.В.Вахрушев, В.Б.Голубчиков, А.С.Ермилов, А.М.Липанов, С.Ю.Серебренников; под ред. академика А.М.Липанова. – М.: Машиностроение, 2011 – 380 с.
2. Создание перспективных ракетных двигателей твердого топлива. Под ред. М.Г.Граменицкого. – Издательство МАИ, 2004. – 176 с.
3. Фахрутдинов И.Х., Котельников А.В. Конструкция и проектирование ракетных двигателей твердого топлива. М.: Машиностроение, 1987. – 328 с.
4. Ф.П.Санін, Л.Д.Кучма, Е.А.Джур, А.Ф.Санін Твердотопливные ракетные двигатели. Материалы и технологии. Издательство Днепропетровского государственного университета, 1999 – 320 с.
5. Конструкция и проектирование двигательных установок: Учебник для авиационных высших учебных заведений/А.Ф.Гуров, Д.Д.Севрук, Д.Н.Сурнов. М.: Машиностроение, 1980. – 320 с
6. Конструкция и проектирование жидкостных ракетных двигателей/Г.Г.Гахун, В.И.Баулин, В.А.Володин и др. М.: Машиностроение, 1989. – 424 с

Допоміжна

1. Мелькумов Т.М., Мелик-Пашаев Н.И., Чистяков П.Г., Шиуков А.Г. Ракетные двигатели. М., «Машиностроение», 1976.
2. Калинин В.В., Ковалев Ю.Н., Липанов А.М. Нестационарные процессы и методы проектирования узлов РДТТ. М.: Машиностроение, 1986 – 326с.
3. Конструкция и расчет на прочность турбомашин газотурбинных и комбинированных установок/Под ред Н.Н.Малинина. - М.: Машиностроение, 1990. – 400 с

15. Інформаційні ресурси

1. сайт кафедри www.k401.khai.edu, розділ літератури.
2. <http://publ.lib.ru/ARCHIVES>