

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

ЗАТВЕРДЖЕНО

вченою радою
Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»
Заступник голови вченої ради
О. В. Гайдачук
«21» лютого 2018 р., протокол № 7



**ПРОГРАМА
ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ**

для здобуття освітнього ступеня *магістра*
за освітньо-професійною програмою

зі спеціальності

134 – «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»

(шифр та найменування)

освітня програма

Авіаційні двигуни та енергетичні установки

(найменування)

у 2018 році

Харків
2018

ВСТУП

Вступне випробування для здобуття освітнього ступеня магістра за освітньо-професійною програмою зі спеціальності

134 – «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»

(шифр і найменування)

(освітня програма *Авіаційні двигуни та енергетичні установки*)

(найменування)

відбувається відповідно до «Правил прийому на навчання до Національного аерокосмічного університету імені М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» в 2018 році» у формі індивідуального письмового фахового іспиту, який приймає екзаменаційна комісія з певної спеціальності (освітньої програми), склад якої затверджується наказом ректора Університету.

До фахового іспиту входять питання за темами:

- «Конструкція та проектування двигунів та енергетичних установок»,
- «Теорія повітряно-реактивних двигунів»,
- «Динаміка та міцність АД та ЕУ»,
- «Технологія виробництва АД та ЕУ»,
- «Авіаційні силові установки та агрегати».

Перелік питань за темами наведений у програмі.

Критерії оцінювання знань

1. Результат фахового іспиту визначається за шкалою від 100 до 200 балів.
2. Контроль знань студентів виконується у вигляді тестування. Тестування складається з 25-ти тестових завдань. Серед запропонованих у тесті відповідей на тестове завдання вступнику слід вибрати одну правильну. Правильна відповідь на тестове завдання оцінюється у 4 бали, неправильна – у 0 балів.
3. Мінімальна кількість балів за вступне випробування, визначених за шкалою, зазначеною в п.1, з якими вступник допускається до участі у конкурсі, складає 120 балів.

1. Коливання лопаток компресорів та турбін. Форми власних коливань робочих лопаток. Розрахунок частот власних коливань робочих лопаток. Боротьба з небезпечними коливаннями лопаток компресорів та турбін в двигунах.

2. Коливання дисків компресорів та турбін. Форми власних коливань дисків. Розрахунок частот власних коливань дисків. Боротьба з небезпечними коливаннями дисків компресорів та турбін в двигунах.

3. Коливання оболонок авіаційних двигунів. Форми власних коливань оболонок. Розрахунок частот власних коливань оболонок. Боротьба з небезпечними коливаннями оболонок авіаційних двигунів.

4. Критична частота обертання невагомого вала з одним диском. Поняття "жорсткого" та "гнучкого" вала. Фактори що впливають на критичні оберти роторів. Вплив сил що розтягують або спирають вал. Вплив обертового моменту. Гіроскопічний момент та його вплив на критичні оберти. Визначення критичних обертів роторів з урахуванням гіроскопічного моменту.

5. Визначення власних частот поперечних коливань валів, що несуть низку дисків (багатодискового ротору). Вимушені коливання обертових роторів, їх причини. Визначення критичних частот обертання ротора за допомогою частотної діаграми.

6. Конструктивні засоби боротьби з критичними частотами обертання валів. Конструкція демпферів опор роторів. Особливості роботи. Розрахунок елементів демпферних опор. Особливості роботи та конструкція опор роторів ГТД. Конструкція підшипників. Газові та мастильні ущільнення.

Література

1. Скубачевский, Г. С. Авиационные газотурбинные двигатели, конструкция и расчет деталей [Текст] / Г. С. Скубачевский. – М. : Машиностроение. – 1974. – 520 с.

2. Иноземцев, А. А. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Т. 3 : Зубчатые передачи и муфты. Пусковые устройства. Трубопроводные и электрические коммуникации. Уплотнения. Силовой привод. Шум. Автоматизация проектирования и поддержки жизненного цикла [Текст] : учеб. для ВУЗов. / А. А. Иноземцев, М. А. Нихамкин, В. Л. Сандрацкий. – М. : Машиностроение, 2007. – 232 с.

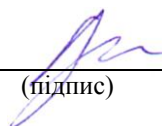
3. Чигрин, В. С. Колебания [Текст] : учеб. пособие по лаб. практикуму / В. С. Чигрин, А. И. Скрипка. – Х. : ХАИ. – 1999. - 35 с.

4. Чигрин, В. С. Конструкция и прочность авиационных двигателей [Текст] : консп. лекций / В. С. Чигрин. – Х. : Нац. аерокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьков.авиац.ин-т», 2017. – 420 с.

Питання склав

к.т.н, доцент каф. 203

(науковий ступень, посада)



(підпис)

О. І. Гаркуша

(ініціали та прізвище)

1. Термодинамічний аналіз циклу газотурбінних двигунів. Вираз корисної (ефективної) роботи циклу ТРД через параметри робочого процесу. Зв'язок ефективної і вільної роботи з питомою тягою двигуна. Залежність корисної роботи циклу, питомої тяги і питомих витрат палива від ступеня підігріву повітря. Залежність корисної роботи циклу, питомої тяги і питомих витрат палива від ступеня підвищення тиску. Оптимальний та економічний ступень підвищення тиску. Залежність корисної роботи циклу, питомої тяги і питомих витрат палива від ККД процесів стиснення і розширення. Залежності питомої потужності і питомих витрат палива ТВаД і ТГД від параметрів робочого процесу. Оптимальний розподіл роботи циклу ТГД між гвинтом і реакцією. Залежності корисної роботи циклу, питомої тяги і питомих витрат палива ТРДФ від параметрів робочого процесу. Вибір параметрів циклу у проектуванні ТРД і ТРДФ. Робота циклу ТРДД без змішування потоків і її оптимальний розподіл між контурами. Призначення, схеми, організація робочого процесу і характеристики камер змішування ТРДД. Оптимальний розподіл роботи циклу між контурами ТРДД і ТРДДФ зі змішуванням потоків. Вплив параметрів робочого процесу на питомі параметри ТРДД і ТРДДФ.

2. Програми управління та спільна робота елементів силової установки. Система рівнянь, що описують спільну роботу елементів одновального ТРД. Задачі управління (регулювання) ТРД і ТРДФ і поняття про програми (закони) управління (регулювання) двигуна. Спільна робота компресора, камери згоряння і турбіни одновального ТРД і ТРДФ. Спільна робота турбіни і реактивного сопла одновального ТРД і ТРДФ. Коефіцієнти стійкості та запасу стійкої роботи компресору. ЛСР при програмі управління $\pi_r^* = const$. ЛСР при програмі управління $T_r^* = const$ і $n = const$. Особливості спільної роботи газових турбін і сопла двовальних ТРД і ТРДФ. Особливості спільної роботи компресора, камери згоряння і турбіни двовальних ТРД і ТРДФ. Спільна робота надзвукового вхідного пристрою і компресора. Особливості управління і спільної роботи елементів ТРДД без змішування потоків. Особливості управління і спільної роботи елементів ТРДД зі змішуванням потоків. Особливості управління (регулювання) ТРДДФ. Особливості управління (регулювання) і спільної роботи елементів ТГД. Особливості управління (регулювання) і спільної роботи елементів ТВаД.

Література

1. Шляхтенко, С. М. Теория и расчет ВРД [Текст] / С. М. Шляхтенко. - М. : Машиностроение. – 1987.
2. Шляхтенко, С. М. Теория двухконтурных турбореактивных двигателей [Текст] / С. М. Шляхтенко, А. В. Сосунова. - М. : Машиностроение. – 1979.
3. Нечаев, Ю. Н. Теория авиационных ГТД [Текст] / Ю. Н. Нечаев, Р. М. Федоров. – М. : Машиностроение. – Ч. 1. – 1977.
4. Нечаев, Ю. Н. Теория авиационных ГТД [Текст] / Ю. Н. Нечаев, Р. М. Федоров. – М. : Машиностроение. – Ч. 2. – 1978.
5. Герасименко В. П. Теорія авіаційних двигунів [Текст] / В. П. Герасименко. - Х. : ХАІ. –2003.

Питання склав

Доцент каф. 201

(науковий ступень, посада)



(підписе)

О. В. Кіслов

(ініціали та прізвище)

1. Головні вузли та силові системи ГТД. Умови роботи і навантаження на основні вузли та деталі двигуна. Газові сили і моменти, які діють на вузли ГТД. Засоби зменшення осьових сил, які діють на ротори двигунів. Конструкції опор роторів ГТД. Сили інерції, які діють на вузли ГТД. Статичне та динамічне балансування роторів. Силові системи роторів і статорів. Трансмисії ГТД, конструкція з'єднувальних муфт. Джерела температурних напружень у вузлах та деталях АД і ЕУ.

2. Призначення, умови роботи та вимоги до компресорів АД та ЕУ. Класифікація компресорів ГТД, параметри, порівняльна оцінка. Осьові та відцентрові компресори. Конструктивні схеми осьових компресорів. Вимоги до конструкції компресора та шляхи їх реалізації. Типи роторів осьових компресорів, їх порівняльна оцінка. Конструкція робочих лопаток компресора та вузлів їх кріплення.

3. Навантаження, що діють на ротор компресора. Статори компресорів. Зазори між ротором і статором. Ущільнення проточної частини компресорів. Засоби забезпечення безпомпажної роботи компресора на всіх режимах роботи двигуна.

4. Відцентрові компресори, їх недоліки та переваги. Класифікація відцентрових компресорів. Конструкція елементів відцентрових компресорів.

5. Розрахунок на міцність ротора барабанного типу та зтягувального болта. Розрахунок вузла з'єднання ротора відцентрового компресора з валом.

6. Призначення, умови роботи та вимоги до турбін АД і ЕУ. Класифікація газових турбін. Параметри, які характеризують досконалість конструкції вузла турбіни. Робочі лопатки турбін, засоби їх сполучення з диском. Диски турбін, їх сполучення між собою та з валом. Розрахунок осьової сили, яка діє на ротор турбіни.

7. Статори газових турбін. Соплові апарати, умови роботи, силові схеми та засоби кріплення до корпусів. Корпуси газових турбін. Охолодження деталей турбін. Визначення температури лопаток та дисків турбіни. Зазори проміж ротором і статором. Контактні та витратні ущільнення. Розрахунок витрати повітря скрізь лабіринтне ущільнення.

8. Розрахунок на міцність лопаток від дії відцентрових сил. Розрахунок на міцність лопаток від дії газових сил. Сумарні напруження, коефіцієнт запасу міцності.

9. Розвантаження пера робочої лопатки від згинаючих моментів газових сил моментами від відцентрових сил. Коефіцієнт розвантаження.

10. Особливості розрахунку лопаток з бандажними полицями, нерівномірно нагрітих лопаток.

11. Конструкція та розрахунок на міцність вузлів кріплення робочих лопаток компресорів та турбін.

12. Розрахунок на міцність дисків компресорів і турбін, виведення головних розрахункових рівнянь напруженого стану. Розв'язання головних розрахункових рівнянь диску на міцність методом кінцевих різниць.

13. Особливості розрахунку дисків зі стрибкоподібною зміною товщини та дисків відцентрових компресорів. Визначення запасу міцності диска за еквівалентними напруженнями та руйнуючої частоти обертання.

14. Кінематичні схеми редукторів. Прості передачі. Редуктори для приведення одного або двох гвинтів. Диференціальні і планетарні редуктори. Замкнені зубчасті планетарні передачі. Обрання схеми співвісного редуктора. Умови зборки, співвісності і сусідства.

15. Класифікація, умови роботи, вимоги до конструкції, визначення головних геометричних розмірів основної камери згоряння. Конструктивні схеми камер згоряння ГТД.

16. Конструкція елементів камери згоряння. Охолодження деталей, боротьба з небезпечними температурними напруженнями.

17. Призначення та конструкція форсажних камер згоряння.

18. Вихідні пристрої ГТД, призначення, умови роботи, вимоги до вихідних пристроїв. Вихідні патрубки. Типи реактивних сопел. Регульовані та нерегульовані сопла. Сили, які діють на елементи реактивного сопла. Теплоізоляція та охолодження сопел.

19. Реверсивні та девіаторні пристрої. Силова установка як джерело шуму та вібрації. Конструктивні методи зменшення рівня шуму. Проблема інфрачервоного випромінювання двигунів та засоби для її вирішення.

Література

1. Скубачевский, Г. С. Авиационные газотурбинные двигатели, конструкция и расчет деталей [Текст] / Г. С. Скубачевский. – М. : Машиностроение. – 1981. – 552 с.

2. Иноземцев, А. А. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок. Т. 3 : Зубчатые передачи и муфты. Пусковые устройства. Трубопроводные и электрические коммуникации. Уплотнения. Силовой привод. Шум. Автоматизация проектирования и поддержки жизненного цикла [Текст] : учеб. для ВУЗов / А. А. Иноземцев, М. А. Нихамкин, В. Л. Сандрацкий. – М. : Машиностроение, 2007. – 232 с.

3. Шошин, Ю. С. Компрессоры авиационных газотурбинных двигателей [Текст] : учеб. пособие / Ю. С. Шошин. – Х. : ХАИ. – 2002. - 26 с.

4. Шошин, Ю. С. Турбины авиационных газотурбинных двигателей [Текст] : учеб. пособие / Ю. С. Шошин. – Х. : ХАИ. – 2003. - 37 с.

5. Гусев, Ю. А. Конструкція камер сгорания газотурбинных двигателей [Текст] : учеб. пособие / Ю. А. Гусев. – Х. : ХАИ. – 1990. - 31 с.

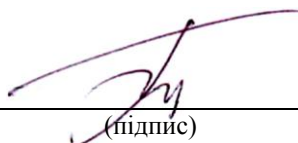
6. Шошин, Ю. С. Расчет на прочность рабочих лопаток компрессоров и турбин [Текст] : учеб. пособие / Ю. С. Шошин, С. В. Епифанов, Р. Л. Зеленский. – Х. : ХАИ. – 2006. - 28 с.

7. Шошин, Ю. С. Расчет на прочность дисков компрессоров и турбин [Текст] : учеб. пособие / Ю. С. Шошин, С. В. Епифанов, Ф. М. Муравченко. – Х. : ХАИ. – 1998. - 28 с.

8. Полетучий, А. И. Основы конструирования авиационных редукторов [Текст] : Ч. 1 и 2 / А. И. Полетучий, В. М. Рыдченко. – Х. : ХАИ. – 1994.

Питання склав

к.т.н, професор каф. 203
(науковий ступень, посада)



(підпис)

Ю. О. Гусев
(ініціали та прізвище)

4. Питання за темою

«Технологія виробництва АД та ЕУ»

(найменування)

1. Похибки від пружних деформацій системи Жорсткість технологічної системи і виробничі методи її оцінки. Похибки від розмірного зносу інструменту, теплових деформацій системи вібрацій та інших чинників.

2. Вплив геометричної точності верстата на точність обробки. Розрахунок сумарної погрішності обробки. Методи налаштування верстатів. Діаграми точності обробки. Точкові і точнісні діаграми. Суть, порядок побудови і умови застосування. Основні статистичні характеристики. Практична крива та гістограма. Порядок побудови теоретичної кривої. Властивості нормального закону розподілу.

3. Завдання і необхідність розмірного аналізу. Розрахунково-аналітичний і нормативний методи розрахунку припусків і операційних розмірів. Порядок побудови розмірної схеми ТП. Виявлення ТРПІ за допомогою графів. Розрахунки технологічних розмірних ланцюгів.

4. Конструктивні елементи і геометричні параметри різця. Кінематика процесу різання. Класифікація матеріалів різальних інструментів. Міжнародна класифікація груп вживаності матеріалів різальних інструментів. Класифікація, технологічні можливості і вживаність лезових і абразивних різальних інструментів. Послідовність проектування одиничного ТП механічної обробки. Відпрацювання конструкції на технологічність. Порядок визначення типу виробництва. Продуктивність і економічність технологічних процесів. Вибір методів отримання початкових заготовок. Вибір технологічних баз для установки заготовок. Складання планів обробки окремих поверхонь. Побудова загального маршруту обробки. Вибір місця хіміко-термічної обробки технологічному процесі. Технічний контроль.

Література

1. Технология производства авиационных двигателей [Текст] / В. А. Богуслаев, А. Я. Качан, А. И. Долматов, В. Ф. Мозговой, Е. Я. Корневский. – Запорожье : ОАО «Мотор-Сич». – Изд. 2-е дополненное. – 2007. – 556 с.

2. Фираго, В. П. Основы проектирования технологических процессов и приспособлений. Методы поверхностей [Текст] / В. П. Фираго. – М. : Машиностроение. – 1973. – 468 с.

3. Иващенко, И. А. Проектирование технологических процессов производства двигателей летательных аппаратов [Текст] / И. А. Иващенко. – М. : Машиностроение. – 1982. – 224 с.

4. Белоусов, А. П. Проектирование станочных приспособлений [Текст] / А. П. Белоусов. – М. : Машиностроение. – 1980.

5. Гранин, В. Ю. Определение припусков на механическую обработку и расчет операционных размеров [Текст] / В. Ю. Гранин, А. И. Долматов. – Х. : ХАИ. – 1987. – 45с.

Питання склав

д.т.н, професор каф. 204
(науковий ступень, посада)

(підпис)

А. І. Долматов
(ініціали та прізвище)

5. Питання за темою

«Авіаційні силові установки та агрегати»
(найменування)

1. Системи СУ.

1.1. Паливна система (ПС). Функції, які виконує паливна система. Склад ПС. Система заправки паливом. Система подачі палива двигунам. Система дренажу та наддуву паливних баків Система аварійного зливу палива. Контроль та автомати-

зачія заправки та витрати палива. Паливні баки. Гідравлічні розрахунки паливної системи.

1.2. Маслосистема СУ(МС). Умови роботи, функції та склад маслосистеми СУ. Контрольні параметри МС. Структурні схеми МС.

Елементи паливних та масляних систем Перепускні, редуційні та запобіжні клапани

Крани їх типи, швидкодійність та переставляюче зусилля. Ущільнювальні пристрої

2. Пускова система.

2.1. Запуск ГТД. Вимоги до пускової системи ГТД. Характер зміни моментів рушійних сил і сил опору під час запуску ГТД. Визначення тривалості запуску і необхідної потужності пускового пристрою. Склад пускової системи. Класифікація пускової системи. Визначення потужності пускового пристрою. Агрегати.

Загальні відомості. Основні агрегати та їх призначення. Насоси, їх типи та характеристики. Визначення подачі, напору та потужності привода насоса. Об'ємний к.к.д. насоса та його залежність від різних чинників. Основні агрегати та їх призначення. Насоси, їх типи та характеристики. Визначення подачі, напору та потужності привода насоса.

2.2. Шестеренні насоси (ШН). Зони застосування шестеренних насосів, принцип роботи, конструктивні схеми. Забезпечення напору ШН. Подача ШН і її залежність від різних чинників. Пульсації подачі рідини ШН. Розрахунки основних параметрів ШН, навантаження на опори. Конструкція ШН і їх матеріали

2.3. Плунжерні насоси. Зони застосування плунжерних насосів. Принципи роботи. Побудова. Конструктивні схеми. Забезпечення напору і подачі плунжерного насосу. Пульсації подачі плунжерних насосів. Конструкції елементів насосу. Засоби усунення компресії та кавітації.

2.4. Аксиально-поршневі насоси. Аксиально-поршневі насоси з похилим блоком циліндрів. Особливості роботи, кінематики, динаміки, конструкції, насоса. Матеріали основних елементів насосу.

2.5. Відцентрові насоси (ВЦН). Зони застосування. Принцип роботи, їх побудова. Конструктивні схеми. Напірні характеристики ВЦН. Гідравлічний, об'ємний і механічний к.к.д. насоса. Формули подібності ВЦН. Елементи конструкції ВЦН. Засоби підвищення антикавітаційних властивостей ВЦН. Технологічність елементів конструкції насоса та їх матеріали.

2.6. Гідроприводи. Об'ємні гідроприводи. Засоби регулювання частоти обертання об'ємних гідроприводів. Коефіцієнт корисної дії.

Гідромеханічні приводи стабільної частоти для електрогенераторів. Паливні форсунки. Типи та області застосування. Одно та двоканальні форсунки.

Література

1. Домотенко, Н. Т. Авиационные силовые установки [Текст] / Н. Т. Домотенко, А. С. Кравец, Г. А. Никитин, А. И. Пугачев, Т. П. Сивашенко. – М. : Транспорт, 1976. - 312 с.

2. Раздолин, М. В. Агрегаты воздушно-реактивных двигателей [Текст] / М. В. Раздолин, Д. Н. Сурнов. – М. : Машиностроение, 1973. - 352 с.

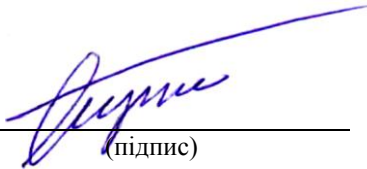
3. Башта, Т. М. Гидравлические приводы летательных аппаратов [Текст] / Т. М. Башта. – М. : Машиностроение, 1967. - 495 с.

4. Системы авиационных двигателей [Текст] : метод. пособие / С. В. Безуглый, С. В. Епифанов, А. И. Скрипка, Б. Я. Хмелик. – Х. : ХАИ, 2008. - 74 с.

5. Агрегаты систем авиационных двигателей [Текст] : метод. пособие / С. В. Безуглый, С. В. Епифанов, А. И. Скрипка, Б. Я. Хмелик. – Х. : ХАИ, 2007. - 90 с.

Питання склав

к.т.н., доцент каф. 203
(науковий ступень, посада)


(підпис)

С. В. Безуглий
(ініціали та прізвище)

Завідуючий кафедрою 201,
д.т.н., професор
(науковий ступень, посада)


(підпис)


Л. Г. Бойко
(ініціали та прізвище)

Завідуючий кафедрою 203,
д.т.н., професор
(науковий ступень, посада)


(підпис)

С. В. Єпифанов
(ініціали та прізвище)

Завідуючий кафедрою 204,
д.т.н., професор
(науковий ступень, посада)


(підпис)

А. І. Долматов
(ініціали та прізвище)


Програму розглянуто і затверджено на випускаючій кафедрі *конструкції авіаційних двигунів*

Протокол № 6 від « 15 » січня 2018 р.

Програму вступного випробування для здобуття освітнього ступеня магістра за освітньо-професійною програмою зі спеціальності 134 – «Авіаційна та ракетно-космічна техніка» (освітня програма *Авіаційні двигуни та енергетичні установки*) узгоджено науково-методичною комісією Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» з галузей знань «*Механічна інженерія*», «*Електрична інженерія*» й «*Транспорт*».

Протокол № 1 від « 7 » лютого 2018 р.

Голова НМК1
д.т.н., професор


(підпис)

В. М. Павленко