

ПРОГРАМА

комплексного кваліфікаційного екзамену

за спеціальністю

7. 8. 05110201 «Ракетні двигуни та енергетичні установки»

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

Програма комплексного кваліфікаційного екзамену підготовлена відповідно до стандартів вищої освіти освітньо-кваліфікаційної характеристики та освітньо-професійної програми підготовки спеціаліста та магістра за спеціальністю «Ракетні двигуни та енергетичні установки».

Комплексний кваліфікаційний екзамен – це комплекс кваліфікаційних завдань, які дозволяють виявити рівень підготовки студентів, ступінь володіння професійними знаннями та уміннями виконання виробничих функцій, зазначених в освітньо-професійній програмі.

Мета комплексного кваліфікаційного екзамену – виявлення рівня засвоєння теоретичних знань та практичних навичок студентів, їх відповідності вимогам освітньо-кваліфікаційної характеристики спеціальності (додаток А, додаток Б).

Комплексний кваліфікаційний екзамен складається :

- з тестової перевірки знань, що формують основні компетенції спеціаліста та що дозволяє перевірити сформованість відповідних умінь та навичок:

основні принципи побудови систем автоматики та регулювання ПРД, математичні моделі основних типів авіаційних двигунів, як об'єктів систем регулювання; послідовність проведення розрахунків стійкості систем регулювання; основні методи, які застосовують у системах автоматичного регулювання, основні чисельні методи, які застосовують при тепловому проектуванні двигунних установок з ПРД; обґрунтовано обирати раціональні схеми основних вузлів і агрегатів систем автоматичного регулювання ПРД, проводити дослідження стійкості режимів регулювання ПРД; проводити аналіз типових ланок системи регулювання ПРД, методи оцінки та оптимальності його схеми і параметрів.

2. ЗМІСТ

Перелік професійно-орієнтованих дисциплін, за якими формується програма комплексного кваліфікаційного екзамену *спеціаліста і магістра*:

1 ОПТИМАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ДВИГУННИХ УСТАНОВОК В УМОВАХ СУЧАСНОГО РИНКУ ПУСКОВИХ ПОСЛУГ

2 НАУКОВІ ОСНОВИ ДИНАМІКИ РІДИННИХ РАКЕТНИХ ДВИГУНІВ

3 ВИПРОБУВАННЯ РАКЕТНИХ ДВИГУНІВ

4 ТЕПЛОВЕ ПРОЕКТУВАННЯ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Оптимальне проектування двигунних установок в умовах сучасного ринку пускових послуг

- Основні положення оптимального проектування РД.
- Поняття оптимальний двигун. Цілі і задачі оптимізації.
- Об'єкти оптимізації
- Цілі і задачі оптимізації на різних етапах розробки двигуна.
- Методи оцінки балістичної оптимальності параметрів ракети і двигуна в окремоті.
- Етапи розробки ракетних двигунів. Проектний пошук і ескізне проектування. Зовнішнє і внутрішнє проектування.
- Цілі і задачі автоматизації проектування РД. Етапи і особливості розвитку САПР.
- Типи САПР в залежності від розв'язуваних задач і від етапу проектування.
- Типи математичних моделей РД для різних розв'язуваних задач та етапів проектування.
- Номінальні параметри двигуна. Налаштування двигуна на номінальний режим.
- Призначення циклограм роботи двигуна.
- Методи і точність заправки і розходу палива.
- Вибір оптимального відношення компонентів томлива при заправці та при роботі по двигуну (К баків, К дв.).
- Вибір оптимального тиску на зрізі сопла камери двигуна першого ступеня ракети.
- Вибір оптимального тиску на зрізі сопла камери двигунів верхніх ступенів.

Наукові основи динаміки рідинних ракетних двигунів

- РРД з витискною системою подачі палива. Схема двокомпонентного двигуна.
 - РРД з насосною системою подачі палива. Схема двигуна без допалювання генераторного газу.
 - РРД з насосною системою подачі палива. Схема двигуна

з допалюванням генераторного газу.

- Настроювання РРД на заданий режим.
- Порівняльний аналіз схем, що не мають втрат з викиданням генераторного газу.

генераторного газу.

- Виведення рівняння динаміки камери згоряння.
- Виведення рівняння газової магістралі.
- Нестале прямування рідини в гідравлічних магістралях.
- Рівняння розгалуженої гідромагістралі (без урахування стисливості рідини).

рідини).

- Рівняння заповнення гідромагістралі.
- Динаміка ТНА. Рівняння потужності турбіни.
- Динаміка ТНА. Рівняння потужності насоса.
- Динаміка ТНА. Рівняння напору насоса.
- Динаміка ТНА. Рівняння динаміки ротора ТНА.
- Рівняння прямування рухомих частин регулятора прямої дії

(з урахуванням приведеної маси поршня).

• Метод рішення системи нелінійних рівнянь, що описують перехідні процеси, що протікають у РРД. Деякі особливості чисельного інтегрування.

- Фізичні явища, що протікають у РРД у період запуску.
- Специфічні особливості, характерні тільки для запуску

(як перехідного режиму).

• Структурна схема двигуна (без регулюючих органів, без допалювання генераторного газу).

- Теоретичний розрахунок аварійних ситуацій РРД. Динамічна модель несправностей.
- Теоретичний розрахунок запуску РРД. Динамічна модель заповнення трактів камери згоряння і газогенератора.
- Теоретичний розрахунок запуску РРД. Динамічна модель двигуна після вступу в роботу газогенератора. Основні вимоги до параметрів запуску.
- Загальні відомості про виключення РРД (імпульс після дії тяги двигуна, вимоги до систем виключення).

- Фізичні явища, що протікають у РРД у період його виключення.
- Обчислення величини імпульсу післядії тяги. Складові ППТ і їхня тривалість.
- Нестійкі режим роботи РД (високочастотні, низькочастотні).
- Камера згоряння як динамічна ланка САР.
- Гідравлічна магістраль як динамічна ланка САР.
- Аналіз найбільш простої моделі низькочастотної нестійкості.
- Дослідження та побудова межі стійкості методом Д - розбиття найбільш простого однокомпонентного РРД.

Випробування ракетних двигунів

• Загальні вимоги до проведення випробувань. Етапи конструкторського відпрацювання. Технічне завдання, технічний проект, загальні вимоги до проведення випробувань.

- Мета та задачі стендових випробувань.
- Науково-дослідні випробування.
- Спробно-конструкторські випробування: попередні, доводочні, міжвідомчі.
- Мета та задачі льотних випробувань. Автономні випробування РРД.
- Класифікація випробувальних комплексів і стендів.
- Випробувальний стенд. Склад, планування, основні вимоги.
- Склад і загальне планування випробувальних комплексів.
- Основні типи імітуючих установок. Основні агрегати та устаткування. Системи відведення продуктів згорання, система вакуумування, криогенні системи. Комплексні імітуючі установки. Випробування в умовах невагомості.
- Імітація зовнішнього впливу температури на РД. Експлуатаційні випробування.
- Цілі та задачі імітації умов експлуатації.
- Імітація умов експлуатації: імітація умов навколишнього середовища, гідродинамічних характеристик систем постачання, частотних збурень, перевантажень, що діють на ракету, газонасичення компонентів палива, розрідження, невагомості, умов теплообміну у вакуумі.
- Імітація умов невагомості.
- Класифікація та види вимірювання при стендових випробуваннях РД.
- Методи вимірювань та засоби вимірювання тяги.
- Методи вимірювань та засоби вимірювання тиску.
- Методи вимірювань та засоби вимірювання витрат.

«Теплове проектування складних технічних систем»

- Температурне поле стінки камери згорання двигуна малого діаметра.
- Температурне поле стінки камери згорання двигуна великого діаметра.
- Температурне поле у стінці сопла.
- Температурне поле багатощарової стінки камери згорання двигуна.
- Урахування залежності теплофізичних параметрів від температури при розрахунку температурного поля.
- Неявні методи розрахунку температурного поля стінки камери згорання.

4. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

4.1. Навчальна та довідкова

Махин В.А., Миленко Н.П., Пронь Л.В. Теоретические основы экспериментальной отработки ЖРД. М., Машиностроение, 1973, 282с.

Пневмогидравлические системы ДУ с ЖРД под ред. В.Н. Челомея, М., Машиностроение, 1978.

Присняков В.Ф. Динамика ЖРДУ., М. Машиностроение, 1983г. 248с.

Присняков В.Ф. Динамика РДТТ., М. Машиностроение, 1984г., 247с.

Алемасов В.Г., Дрегаллин А.Ф., Тишин А.П. Теория ракетных двигателей/ Под ред. В.П. Глушко.– М.: Машиностроение, 1989.– 464 с.

Бабкин А.И., Белов С.И., Рутовский Н.Б., Соловьев Е.В. Основы теории автоматического управления ракетными двигательными установками.– М.: Машиностроение, 1978.– 456 с.

Винницкий А. М., Волков В.Т., Волковицкий И.Г., Холодилов С.В. Конструкция и отработка РДТТ.– М.: Машиностроение, 1989.– 230 с.

Гахун Г.Г., Баулин В.И., Володин В.А., Курпатенков В.Д. и др. Конструкция и проектирование жидкостных ракетных двигателей.– М.: Машиностроение, 1989.– 424 с.

Ерохин Б.Т. Теоретические основы проектирования РДТТ.– М.: Машиностроение, 1982.– 206 с.

Коваленко Н.Д. Управление сверхзвуковыми газовыми потоками в реактивных соплах.– Киев: Наук. думка, 1992.–206 с.

Яковлев Е.А. "Испытания космических электроракетных установок", М., Машиностроение, 1981 - 207 с.

Панкратов Б.М. Основы теплового проектирования транспортных космических систем.– М.: Машиностроение, 1988.– 304с.

Беляев Н.М. Основы теплопередачи : Учебник.– К.: Выща шк., 1989.– 343с.

Кузьмин М.П. Нестационарный тепловой режим элементов конструкций двигателей летательных аппаратов.– М.: Машиностроение , 1988.– 240с.

Малоземов В.В. Тепловой режим космических аппаратов.– М. : Машиностроение, 1980.– 232с.

Махин В.А., Миленко Н.П., Пронь Л.В. - "Теоретические основы экспериментальной отработки ЖРД", М., Машиностроение, 1973 - 282 с.

"Испытания ЖРД" под ред. Левина В.Д., М., Машиностроение, 1981 - 200 с.

Яковлев Е.А. "Испытания космических электроракетных установок", М., Машиностроение, 1981 - 207 с.

4.2. Нормативна та інструктивна

Коваленко Н.Д. Газодинамические системы регулирования вектора тяги РД: Учебное пособие.– Днепропетровск: ДГУ, инв. № 3821.

Коваленко Н.Д., Шмукин А.А., Гужва М.И., Махин В.В. Нестационарные тепловые процессы в энергетических установках летательных аппаратов.– Киев: Наук. думка, 1988.– 224 с.

Кувыркин А.Н., Паничкин И.А. "Методы и техника экспериментальной отработки конструкции ракетных двигателей на твердом топливе", М., Машиностроение, 1972. Инв. номер 3600-403 (книга).

Луарсабов К.А., Пронь Л.В., Сердюк А.В. - "Летные измерения при испытаниях ракетных двигателей, двигательных установок и ракет". М., Машиностроение, 1967. Инв. номер 3324 - 380 с.

Беляев Н.М. , Дуплищев М.И. и др. "Стендовые измерения при испытаниях ракетных двигателей, двигательных установок и ракет.". М., Машиностроение, 1971, Инв. номер 3596,3666 - 542 с.

Кувыркин А.Н., Паничкин И.А. "Методы и техника экспериментальной отработки конструкции ракетных двигателей на твердом топливе", М., Машиностроение, 1972. Инв. номер 3600-403 (книга).

Лабораторная работа "Назначение и состав стенда номер 2", 1978. Инв. номер 3600-87.

4.3 Методична

Пронь Л.В. Методические указания к курсовой работе по курсу «Динамика ЖРД». Днепропетровск ДГУ, 1984, 21с.- № 4241

Пронь Л.В. Расчет запуска ЖРД. Днепропетровск ДГУ, 1983, 72с.- № 4324.

Пронь Л.В. Методика расчета переходных процессов в ЖРД при аварийных ситуациях. Днепропетровск ДГУ, 1975, 72с.- № 3278.

Пронь Л.В. Принципиальные схемы ЖРД. Днепропетровск ДГУ, 1981, 55с.- № 4113

Мисюра В.И., Морозов Ю.Д. Характеристики сопел Лаваля: Учебное пособие.– Днепропетровск: ДГУ, 1990.

Горбенко Г.А. Розрахунок охолодження камери теплового двигуна: Навч. посіб.– Д.: РВВ, ДДУ, 2000.– 56с.