МІНІСТРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет літакобудування

Кафедра 103 «Проектування літаків та вертольотів»

Пояснювальна записка до дипломного проєкту

магістра

(освітній ступінь)

на тему « Інтегроване проєктування і конструювання елерону адміністративного літака»

ХАІ.103.160.134.1901042.24В

Виконав: студент 6 курсу групи № 160
Галузь знань 13 «Механічна інженерія»
(код та найменування)
спеціальність 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»
(шифр і назва напряму підготовки (спеціальності)
освітня програма «Проектування, виробництво та сертифікація авіаційної техніки»
Горбань Ю. С.
(прізвище й ініціали студента)
Керівник: Андрющенко В. М.
(прізвище й ініціали)
Рецензент: Костенко О. І.
(прізвище й ініціали)

Харків – 2024

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

Факультет *Літакобудування*

Кафедра *103 «Проектування літаків і вертольотів»*

Рівень вищої освіти *другий (магістерський)*

Галузь знань *13 «Механічна інженерія»*

Спеціальність *134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»*
(код та найменування)

Освітня програма *«Проектування, виробництво та сертифікація авіаційної техніки»*
(найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
к.т.н., доц. Сергій ТРУБАЄВ
“16” грудня 2024року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Горбань Юрій Сергійович
(прізвище, ім’я, та по батькові)

1.Тема кваліфікаційної роботи Інтегроване проєктування і конструювання елерону адміністративного літака
керівник кваліфікаційної роботи к.т.н., доцент Андрющенко В. М.
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказами Університету № 1938-уч від «21» жовтня 2024 року
2.Термін подання студентом кваліфікаційної роботи _____
3.Вихідні дані до роботи L=2600 км, $H_{крейс}$=7 км, $V_{крейс}$ =560км/ч, V_{max} =600 км/ч, $n_{пас}$ =8 осіб.
4.Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розв’язати)

Реферат

1. **Конструкторський розділ**
   - **1.1 Автоматизоване формування обличчя літака**
     - 1.1.1 Розробка концепції створення проєктованого літака та науково-технічної програми досягнення його характеристик
     - 1.1.2 Призначення, тактико-технічні вимоги до літака, умови його виробництва та експлуатації, обмеження, що накладаються авіаційними правилами при проектуванні літака
     - 1.1.3 Збір, обробка та аналіз статистичних даних. Вибір основних відносних початкових параметрів літака
     - 1.1.4 Вибір та обґрунтування схеми літака, типу його силової установки
     - 1.1.5 Розрахунок маси літака у трьох наближеннях
     - 1.1.6 Підбір двигунів та перевірка довжини розбігу

1.1.7 Визначення та оптимізація проектних параметріів літака та його агрегатів
1.1.8 Розробка аеродинамічного, конструктивно-силового компонування, центрування літака
1.1.9 Ув'язування форми агрегатів, побудова залізів та обтічників літака
1.1.10 Стандартна специфікація проектованого літака
1.1.11 Висновки

1.2 Аналіз впливу змін прооектних параметрів агрегатів літака при їх оптимізації на аеродинамічні та масові характеристики літака

1.2.1 Визначення лобового опору літака, що проектується
1.2.2 Підйомна сила, індуктивний опір, поляра літака, аеродинамічна якість літака
1.2.3 Розрахунок діаграми «вантаж-дальність» літака, що проектується
1.2.4 Висновки

1.3 Інтегроване проектування і комп`ютерне моделювання елерона літака

1.3.1 Розробка майстер-геометрії елерону
1.3.2 Визначення навантажень, що діють на елерон
1.3.3 Уточнення конструктивно-силової схеми агрегату
1.3.4 Вибір матеріалів для елементів конструкції елерону
1.3.5 Проектувальний розрахунок геометричних параметрів конструктивно-силових елементів агрегату в регулярних та нерегулярних зонах з урахуванням заданого ресурсу
1.3.6 Дослідження впливу параметрів елерону на його масу
1.3.7 Висновки

2 Технологічний розділ

2.1 Розробка технології виготовлення агрегату літака

2.1.1 Аналіз вихідних конструкторських документів проектованого агрегату: технічні умови виготовлення, аналіз технологічності агрегату
2.1.2 Розробка схеми конструктивно-технологічного членування, схеми складання та ув'язування заготівельно-складального оснащення
2.1.3 Розробка укрупненого технологічного процесу складання агрегату
2.1.4 Проектування складального пристрою
2.1.5 Організація робочого місця та техніка безпеки**3 Економічний розділ**

3.1 Розрахунок характеристик економічної ефективності

3.1.1 Розрахунок витрат на проектування та випробування літака
3.1.2 Розрахунок собівартості літака та його ціна
3.1.3 Визначення ціни літака та розрахунок рентабельності
3.1.4 Висновки

4 Спеціальне завдання

4.1 Швидкодіюча парашутна система спільного порятунку

4.1.1 Загальні відомості про швидкодійну парашутну систему спільного порятунку
4.1.2 Інструкція з експлуатації швидкодіючої парашутної системи порятунку
4.1.3 Висновки

Перелік графічного матеріалу

- загальний вигляд літака (формат А1);
- конструктивно-силова схема літака (формат А1);
- складальне креслення елерона (формат А1);
- теоретине креслення елерона (формат А1);
- конструктивно-технологічна схема членування елерона (формат А1);
- стапель складання правого елерона (формат А1);
- майстер-геометрія літака;
- майстер-геометрія елерона;
- модель розподілу простору.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада керівника і консультантів	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1.	**Андрющенко В. М. к.т.н., доцент каф. №103**		
2.	**Майорова К.В. к.т.н. доцент зав. каф. №104**		
3.	**Костенко О.І. голова наглядової ради ПРАТ «ФОРЕЗ»**		

Нормоконтроль_____ **В.М. Андрющенко** «___» грудня 2024 р.
(підпис) (ініціали та прізвище)

Дата видачі завдання «___» _____ р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1.	**Конструкторський розділ**	**13.12.24**	
2.	**Технологічний розділ**	**13.12.24**	
3.	**Економічний розділ**	**13.12.24**	

Здобувач _____ **Ю.С. Горбань**
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник кваліфікаційної роботи_____ **В.М. Андрющенко**
(підпис) (ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту: 159 стор., 60 рис., 17 табл., 4 додатка, 17 джерел.

ІНТЕГРОВАНЕ ПРОЕКТУВАННЯ, ЛІТАК, МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, ПОЛЯРА, АЕРОДИНАМІЧНА ЯКІСТЬ, ПІДЙОМНА СИЛА, КРИЛО, ЕЛЕРОН, СХЕМА ЗБІРКИ, СТАПЕЛЬ, ЛОНЖЕРОН.

Об'єкт дослідження – пасажирський адміністративний літак.

Мета роботи – інтегроване проектування та конструювання елерону легкого адміністративного літака.

Методи проектування та конструювання – статистичний, аналітичний, графічний аналіз, методи розрахунку на міцність та будівельну механіку, комп'ютерного моделювання.

У дипломному проекті подано: вибір зовнішнього вигляду літака на основі статистичного аналізу; вибір параметрів та інтегроване проектування літака; створення майстер-геометрії літака та моделі розподілу простору (аеродинамічна, об'ємно-масова та конструктивно-силова компонування) літака; визначення аеродинамічних та льотно-технічних характеристик літака; проектування конструктивно-силових елементів елерону крила; розробка технології виготовлення елерону крила літака; розрахунок характеристик економічної ефективності та конкурентоспроможності літака.

В результаті виконання дипломного проекту спроектовано адміністративний літак.

Прогнозні пропозиції щодо розвитку об'єкта проектування – застосування найефективніших методів проектування, впровадження нових методів інтегрованого проектування на всіх стадіях створення літака, впровадження нових матеріалів.

Вступ

Метою даного завдання є розрахунок маси літака у трьох наближеннях та геометрична побудова образу проектованого літака.

На початковій стадії проектування була проведена розробка загального виду літака. Для цього проведено ознайомлення з основними тактико-технічними вимогами (ТТВ), пред'явленими до літака, льотно-технічними характеристиками (ЛТХ), схемами, основними параметрами, загальним пристроєм літаків та агрегатів, силовою установкою (СУ), ув'язуванням основних елементів агрегатів літака.

У першому наближенні визначають основні геометричні, масові та енергетичні характеристики літака, що проектується, а також формують закони управління ним на різних ділянках траєкторії для різних, передбачених вимогами, профілів польоту. Крім того, пов'язують воєдино різні аспекти проектування літака, що стосуються вибору та узгодження його геометричних, масових, аеродинамічних характеристик, висотно-швидкісних та видаткових характеристик двигуна, конструкції планера та структури обладнання та спорядження, льотно-технічних даних та характеристик транспортної ефективності. Метою проведення третього наближення є уточнення маси обладнання, силової установки та палива для розрахунку маси літака.

Сучасний літак є складною технічною системою, елементи якої, як окремо, так і в сукупності, повинні мати максимально оптимізовані параметри і високу надійність. Літак в цілому повинен відповідати заданим вимогам і мати високу ефективність при відповідному технічному рівні. Літаки не тільки повинні мати хороші показники до моменту виходу на авіалінії, але й мати потенційну можливість модифікації для систематичного підвищення ефективності протягом усього періоду серійного виробництва та експлуатації.

Зміст

РЕФЕРАТ …… ……5
ВСТУП ……..……...…7
1 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ……...9
1.1 Автоматизоване формування обличчя літака…… ……..…9
1.1.1 Розробка концепції створення проектованого літака та науково-технічної програми досягнення його характеристик ……..…9
1.1.2 Призначення, тактико-технічні вимоги до літака, умови його виробництва та експлуатації, обмеження, що накладаються авіаційними правилами при проектуванні літака ……..……...……10
1.1.3 Збір, обробка та аналіз статистичних даних. Вибір основних відносних початкових параметрів літака ……..……..……...12
1.1.4 Вибір та обґрунтування схеми літака, типу його силової установки.....17
1.1.5 Розрахунок маси літака у трьох наближеннях ……..19
1.1.6 Підбір двигунів та перевірка довжини розбігу ……36
1.1.7 Визначення та оптимізація проектних параметріів літака та його агрегатів ……..……...…….39
1.1.8 Розробка аеродинамічного, конструктивно-силового компонування, центрування літака ……..……43
1.1.9 Ув'язування форми агрегатів, побудова залізів та обтічників літака 52
1.1.10 Стандартна специфікація проектованого літака ……...…….53
1.1.11 Висновки ……...……..……58
1.2 Аналіз впливу змін прооектних параметрів агрегатів літака при їх оптимізації на аеродинамічні та масові характеристики літака……..…...58
1.2.1 Визначення лобового опору літака, що проектується…...……..……58
1.2.2 Підйомна сила, індуктивний опір, поляра літака, аеродинамічна якість літака ……...……..66
1.2.3 Розрахунок діаграми «вантаж-дальність» літака, що проектується ……..72
1.2.4 Висновки……...…...…..…74
1.3 Інтегроване проектування і комп`ютерне моделювання елерона літака…...75
1.3.1 Розробка майстер-геометрії елерону ……75
1.3.2 Визначення навантажень, що діють на елерон ……..….....75
1.3.3 Уточнення конструктивно-силової схеми агрегату ……..….....76
1.3.4 Вибір матеріалів для елементів конструкції елерону ……..…81
1.3.5 Проектувальний розрахунок геометричних параметрів конструктивно-силових елементів агрегату в регулярних та нерегулярних зонах з урахуванням заданого ресурсу ……81
1.3.6 Дослідження впливу параметрів елерону на його масу……...…...…….91
1.3.7 Висновки……...……..…94

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ……..……..95
2.1 Розробка технології виготовлення агрегату літака……..…...…95
2.1.1 Аналіз вихідних конструкторських документів проектованого агрегату: технічні умови виготовлення, аналіз технологічності агрегату..95
2.1.2 Розробка схеми конструктивно-технологічного членування, схеми складання та ув'язування заготівельно-складального оснащення..…….…..98
2.1.3 Розробка укрупненого технологічного процесу складання агрегату…107
2.1.4 Проектування складального пристрою ……...…...111
2.1.5 Організація робочого місця та техніка безпеки ……..……..113
2.1.6 Висновки …….....114
3 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ……...…115
3.1 Розрахунок характеристик економічної ефективності…..…….…….....115
3.1.1 Розрахунок витрат на проектування та випробування літака ……...115
3.1.2 Розрахунок собівартості літака та його ціна ……...…116
3.1.3 Визначення ціни літака та розрахунок рентабельності ……121
3.1.4 Висновки……...……..122
4 СПЕЦІАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ……...…….123
4.1 Швидкодіюча парашутна система спільного порятунку…….…….123
4.1.1 Загальні відомості про швидкодійну парашутну систему спільного порятунку ……...….123
4.1.2 Інструкція з експлуатації швидкодіючої парашутної системи порятунку …….....……..129
4.1.3 Висновки……...……..132
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК……...……133
ДОДАТОК А Визначення злітної маси літака у третьому наближенні ……..….135
ДОДАТОК Б Аеродинамічні та льотні характеристики літака…….……..…144
ДОДАТОК В Елерон……..……151
ДОДАТОК Г Стапель складання правого елерону…….……156