МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

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

Факультет літакобудування

Кафедра проектування літаків і вертольотів

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи

другий (магістерський)
(освітній рівень)

на тему Проєктування, конструювання та тривимірне комп'ютерне моделювання елерону літака та його конструктивних елементів

ХАІ.103.160.24О.134.1901046 ПЗ

Виконав: студент 6 курсу 160 групи
Галузь знань 13 «Механічна інженерія»
Спеціальність 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»
Освітня програма «Проєктування, виробництво та сертифікація авіаційної техніки»
Коваль Р. В.
(прізвище та ім'я здобувача)
Керівник к.т.н. доцент каф. 103 Буйвал Л. Ю.
(прізвище та ім'я викладача)
Рецензент Костенко О. І.
(прізвище та ім'я викладача)

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 *«Проєктування, виробництво та сертифікація авіаційної техніки»*
(найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
к.т.н., доц. Трубаєв С. В.
“ ” _____2024_року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Коваля Романа Володимировича
(прізвище, ім’я, та по батькові)

1.Тема кваліфікаційної роботи «Проєктування, конструювання та тривимірне комп'ютерне моделювання елерону літака та його конструктивних елементів»

керівник кваліфікаційної роботи Буйвал Л. Ю., к.т.н.
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Університету № 1938-уч від «21»10 2024 року

2.Термін подання студентом кваліфікаційної роботи 13 грудня 2024 р.

3.Вихідні дані до роботи V_{max} = 940 км/год.; $V_{кр}$ = 920 км/год.; $H_{кр}$ = 12 км; $L_{практ.}$ = 7000 км; $L_{теор.}$ = 9500 км; $L_{роз}$ = 1600 м; $n_{пас}$ = 110 чол.

4.Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розв’язати)

Реферат

1. Конструкторський розділ

1.1. Автоматизоване формування вигляду літака

1.1.1. Збір і обробка статистичних даних.

1.1.2. Розробка технічного завдання, тактико-технічних вимог до літака.

1.1.3. Вибір і обґрунтуванням схеми літака.

1.1.4. Визначення злітної маси літака в трьох наближеннях.

1.1.5. Вибір типу двигуна.

1.1.6. Уточнення геометричних розмірів основних агрегатів літака (крила, фюзеляжу, оперення, шасі). Розробка загального вигляду літака.

1.1.7. Побудова теоретичного креслення літака. Ув'язування форми агрегатів.

1.1.8. Вибір, обґрунтуванням, розробка ув'язання конструктивно-силових схем (КСС) агрегатів літака.

1.2. Інтегроване проєктування й комп'ютерне моделювання елерону проєктованого літака

1.2.1 Розробка майстер-геометрії агрегату.

1.2.2 Визначення навантажень, що діють на агрегат.

1.2.3 Уточнення конструктивно-силової схеми агрегату.

1.2.4 Вибір матеріалу для елементів конструкції агрегату.

1.2.5 Проєктувальний розрахунок геометричних параметрів конструктивно-силових елементів агрегату в регулярних і нерегулярних зонах з урахуванням заданого ресурсу.

1.2.6 Проектувальний розрахунок з'єднань і стиків агрегату з фюзеляжем.

1.3 Висновки щодо розділу

2. Технологічний розділ

2.1 Аналіз вихідних конструкторських документів проєктованого агрегату: технічні умови на виготовлення, аналіз технологічності агрегату.

2.2 Розробка директивних технологічних матеріалів на складальні роботи.

2.3 Розробка технологічної документації на складальні роботи.

2.4 Висновки щодо розділу.

3. Економічний розділ

3.1. Розрахунок дослідно-конструкторського бюро (дкб).

3.2. Розрахунок витрат на серійне виробництво ЛА, прибутку та ціни літака і двигуна.

3.3. Розрахунок вартості літака з двигунами.

3.4. Висновки щодо розділу.

4. Спеціальний розділ

Використання полімерних композиційних матеріалів (ПКМ) в конструкції планера літальних апаратів

Перелік графічного матеріалу

- майстер-геометрія поверхні літака,
- креслення загального вигляду (формат А1);
- конструктивно-силове компонування літака (формат А1);
- майстер-геометрія елерону (від’ємної частини крила літака);
- схема складання та ув’язки.

Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Конструкторський розділ	Буйвал Л.Ю. к.т.н., доцент. каф № 103	02.09.2024	15.12.2024
2. Технологічний розділ	Майорова К.В. зав.каф.104, к.т.н., доцент	02.09.2024	15.12.2024
3. Економічний розділ	Буйвал Л.Ю. к.т.н., доцент. каф № 103	02.12.2024	15.12.2024
4. Спеціальна розділ	Буйвал Л.Ю. к.т.н., доцент. каф № 103	02.09.2024	15.12.2024

Нормоконтроль _____ Лілія БУЙВАЛ «16» грудня 2024 р.
(підпис) (ім'я та прізвище)

Дата видачі завдання «02» 09 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1.	Конструкторський розділ	15.12.2024	
2.	Технологічний розділ	15.12.2024	
3.	Економічний розділ	15.12.2024	
4.	Спеціальна частина	15.12.2024	

Здобувач _____ **Р. В. Коваль**
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник кваліфікаційної роботи
_____ **Л. Ю. Буйвал**
(підпис) (ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Дипломний проект магістра містить: 87 с., 65 рис., 6 табл., 14 джерел, 0 додатків.

Об'єкт дослідження: пасажирський літака.

Мета работи: метою дипломного проєкту є автоматизоване формування вигляду літака для перевезення 110 пасажирів, тривимірне комп'ютерне моделювання літака, проєктування елерону та його конструктивних елементів, технологічних умов виготовлення лонжерону рульової поверхні, розрахунок вартості проєктованого літака.

Методи дослідження: статистичні, аналітичні методи розрахунку параметрів, методи будівельної механіки. Моделювання та конструювання елементів конструкції літака за допомогою систем КОМПАС-ГРАФІК 3D, SIEMENS NX, SolidWorks. Програмне забезпечення, розроблене на кафедрі 103.

Результати дипломного проєкту магістра та його новизни: в результаті виконання кваліфікаційної роботи магістра отриманні наступні результати:

1) проведено аналіз статистичних даних літаків-аналогів, а саме: льотних, масових і геометричних, що мають однаковий тип двигунів, близькі льотно-технічні характеристики, умови експлуатації, кількість пасажирів або масу вантажу, що перевозиться;

2) визначені масові та геометричні параметри вантажного літака в трьох наближеннях. Злітна маса літака із цільовим навантаженням 11 000 кг в склала 67 000 кг при оптимальному питомому навантаженні на крило 556 дан/м^2, оптимальному подовженні – 12. Розраховано масу палива – 19 000 кг;

3) уточнено основні геометричні та масові параметри пасажирського літака. Площа крила – 119 м^2, розмах – 34,5 м, діаметр фюзеляжу – 3,2 м. Побудовано теоретичне креслення літака з ув'язуванням форм агрегатів, розроблено майстер-геометрію літака та елерону, котрі створені за допомогою системи SIEMENS NX;

4) здійснено моделювання елерону проєктованого літака. Уточнена майстер-геометрія, та модель розподілу простору елерона. Розраховані навантаження, що діють на елерон та геометричні характеристики силових елементів елерона в регулярній зоні з урахуванням заданого ресурсу;

5) розроблено технологічні умови виготовлення лонжерону. Вибрано схему складання та ув'язування заготівельного та складального оснащення на основі ПІМ, а метод складання – у складальному пристрої;

6) розрахована собівартість витрат ДКБ на проєктування літака, що склала 24,6 млн. долл. Визначено повну собівартість літака – 25 млн долл. Розрахункова середня ціна літака, враховуючи вартість комплекту двигунів склала 23,7 млн. долл.

ЛІТАК, ЗЛІТНА МАСА, ЕЛЕРОН, ПАНЕЛЬ, КРОНШТЕЙН, ЛОНЖЕРОН, СОБІВАРТІСТЬ.

Умови отримання проекту: за письмовим дозволом завідуючого кафедрою проектування літаків і вертольотів в бібліотеці Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут».

ЗМІСТ

1 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ 5

1.1 Автоматизоване формування вигляду літака 5
1.1.1 Збір і обробка статистичних даних. 5
1.1.2 Розробка технічного завдання, тактико-технічних вимог до літака 10
1.1.3 Вибір і обґрунтуванням схеми літака. 11
1.1.4 Визначення злітної маси літака в трьох наближеннях 14
1.1.5 Вибір типу двигуна 23
1.1.6 Уточнення геометричних розмірів основних агрегатів літака (крила, фюзеляжу, оперення, шасі). Розробка загального вигляду літака 25
1.1.7 Побудова теоретичного креслення літака. Ув'язування форми агрегатів 30
1.1.8 Вибір, обґрунтуванням, розробка ув'язання конструктивно-силових схем (КСС) агрегатів літака 35
1.2 Інтегроване проєктування й комп'ютерне моделювання елерону проєктованого літака 40
1.2.1 Розробка майстер-геометрії агрегату 40
1.2.2 Визначення навантажень, що діють на агрегат 42
1.2.3 Уточнення конструктивно-силової схеми агрегату 43
1.2.4 Вибір матеріалу для елементів конструкції агрегату 45
1.2.5 Проєктувальний розрахунок геометричних параметрів конструктивно-силових елементів агрегату в регулярних і нерегулярних зонах з урахуванням заданого ресурсу 46
1.2.6 Проектувальний розрахунок з'єднань і стиків агрегату з фюзеляжем 50
1.3 Висновки щодо розділу 70

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ 55

2.1. Аналіз вихідних конструкторських документів проєктованого агрегату: технічні умови на виготовлення, аналіз технологічності агрегату 55
2.2. Розробка директивних технологічних матеріалів на складальні роботи 57
2.3. Розробка технологічної документації на складальні роботи 64
2.4 Висновки щодо розділу 70

3 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ 67

3.1 Розрахунок дослідно-конструкторського бюро (дкб) 67
3.2 Розрахунок витрат на серійне виробництво ЛА, прибутку та ціни літака і двигуна 67
3.3 Розрахунок вартості літака з двигунами 70
3.4 Висновки щодо розділу 70

4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ 71

4.1 Вступ 71
4.2 Загальна характеристика КМ. Переваги та недоліки композиційних матеріалів у конструкції гелікоптерів 72
4.3 Властивості композиційних матеріалів 76
4.4 Особливості проектування ЛА із ПКМ 81
4.5 Висновки щодо розділу 81

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 87