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 й комп'ютерне моделювання агрегатів і систем пасажирського літака-високоплана»

ХАІ.103.160.24О.134.№ 2001115 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»
Козак А.С.
(прізвище та ім'я здобувача)
Керівник к.т.н. доцент каф. 103 Буйвал Л.Ю.
(прізвище та ім'я викладача)
Рецензент Іванов С. М.
(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

Козака Андрія Сергійовича
(прізвище, ім’я, та по батькові)

1.Тема кваліфікаційної роботи «Проєктування й комп’ютерне моделювання агрегатів і систем пасажирського літака-високоплана»

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} = 870 км/год.; $V_{кр}$ = 840 км/год.; H_{max} = 12 км; $H_{кр}$ = 11 км; L = 3500 км; $L_{роз}$ = 1800 м; $n_{пас}$ = 100 чол.; $m_{ц.н.}$ = 10,6 т.

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

Реферат

1. Конструкторський розділ

1.1. Автоматизоване формування вигляду літака

Вступ, постановка цілі й задач проєктування.

1.1.1. Розробка концепції створення проєктованого літака й науково-технічної програми досягнення його характеристик.

1.1.2. Призначення, тактико-технічні вимоги до літака, умови його виробництва й експлуатації, обмеження, що накладаються авіаційними правилами при проектуванні літака.

1.1.3. Збір, обробка й аналіз статистичних даних. Вибір основних відносних початкових параметрів літака.
1.1.4. Вибір і обґрунтування схеми літака, типу його силової установки.
1.1.5. Розрахунок маси літака в трьох наближеннях.
1.1.6. Підбір двигунів і перевірка довжини розбігу.
1.1.7. Визначення й оптимізація проектних параметрів літака і його агрегатів.
1.1.8. Розробка аеродинамічного, об'ємно-вагового, конструктивно-силового компонувань.

1.3. Інтегроване проектування й комп'ютерне моделювання лонжерона крила проектованого літака

1.3.1 Розробка майстер-геометрії агрегату
1.3.2 Визначення навантажень, що діють на агрегат
1.3.3 Побудова епюр внутрішніх силових факторів
1.3.4 Розрахунок розподілу навантаження
1.3.5 Розрахунок геометричних параметрів силових елементів переднього лонжерону
1.3.6 Розробка фітингового з’єднання

1.4 Інтегроване проєктування й комп'ютерне моделювання силової установки літака

1.4.1 Аналіз схем системи кріплення двигуна та конструктивних особливостей їх виконання на літаках заданого типу.
1.4.2 Вибір й обґрунтування схеми кріплення двигуна.
1.4.3 Визначення навантажень і вибір матеріалу для силових елементів системи кріплення двигуна.
1.4.4 Визначення геометричних параметрів і розробка конструкції силових елементів системи кріплення двигуна.
1.4.5 Розробка конструкції та технічних умов на її виготовлення.
1.4.6 Вибір й обґрунтування складу силової установки літака.
1.4.7 Проєктування паливної системи (визначення потрібного об'єму паливних баків, розташування палива на літаку, розробка схем розташування паливних баків, виробіток палива, перекачування палива, аварійного зливу, дозаправки, дренажу та наддуву, розрахунок висотності, дренажу й аварійного зливу).
1.4.8 Проєктування протипожежної системи силової установки (розробка компонувальних схем систем виявлення пожежі, пожежогасіння та нейтрального газу).
1.4.9 Профілювання повітрозабирача.
1.4.10 Проєктування масляної системи.
1.4.11 Системи запуску та керування двигунами.
1.4.12 Допоміжна силова установка (ДСУ).

2. Технологічний розділ

Розробка технології виготовлення панелі крила пасажирського літака-високоплана.

2.1 Опис конструкції складальної одиниці.

2.2 Технічні умови на виготовлення складальної одиниці.

2.3 Схема базування складових частин вузла.

2.4 Укрупнений технологічний процес складання.

2.5 Технологічні умови на поставку деталей і підзбірок відповідно до техпроцесу складання вузла.

2.6 Вибір схеми складального пристрою.

2.6.1 Розробка ТУ на проєктування складального пристрою.

2.6.2 Вибір схеми та компонування складального пристрою.

3. Економічний розділ

Розрахунок показників економічної ефективності.

3.1. Розрахунок витрат літакобудівного ДКБ.

3.2. Розрахунок собівартості літака та ціни літака без двигуна.

3.3. Висновки.

4. Спеціальна частина

Розміщення рятувального обладнання в пасажирському салоні

Перелік графічного матеріалу

- майстер-геометрія поверхні літака,
- креслення загального вигляду (формат А1);
- модель розподілу простору пасажирського салону літака (об'ємно-масове компонування);
- конструктивно-силове компонування літака (формат А1);
- майстер-геометрія та модель розподілу простору агрегату (від’ємної частини крила літака);
- кріплення двигуна;
- схема силової установки;
- креслення переднього лонжерону;
- креслення нижньої панелі крила;
- 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 частина	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 _____ **А. С. Козак**
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник кваліфікаційної роботи

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

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра: 96 с., 43 рис., 17 табл., 15 джерел, 18 додатків.

Об'єкт дослідження – пасажирський літак-високоплан.

Мета роботи – визначення параметрів пасажирського літака-високоплана та його систем

Методи дослідження: статистичний, аналітичні методи розрахунку, методи будівельної механіки, методи проєктування і тривимірного моделювання літаків.

1) Розроблено аванпроєкт пасажирського літака, призначеного для перевезення 100 пасажирів на дальність 3500 км з максимальною швидкістю польоту 870 км/год. Виконано майстер-геометрію поверхні та модель розподілу простору пасажирського салону літака, що проєктується.

2) Виконано інтегроване проєктування лонжерона крила літака, що проєктується. Розроблено майстер-геометрію та модель розподілу простору від'ємної частини крила літака що проєктується.

3) Виконано інтегроване проєктування силової установки літака. Розроблено систему кріплення двигуна та компонувальну схему силової установки.

4) Розроблено технологію виготовлення панелі крила літака що проєктується.

5) Розраховано показники економічної ефективності. Визначена собівартість літака.

6) Виконано огляд рятувального обладнання та його розміщення в салоні пасажирських літаків.

АГРЕГАТИ, ГОРИЗОНТАЛЬНЕ ТА ВЕРТИКАЛЬНЕ ОПЕРЕННЯ, ЗАГАЛЬНИЙ ВИГЛЯД ЛІТАКА, РОЗМАХ КРИЛА, КОНСТРУКТИВНО-СИЛОВА СХЕМА ЛІТАКА, ШАСІ.

Умови отримання: за письмовим дозволом завідуючого кафедрою проектування літаків і вертольотів 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 Розробка концепції створення проєктованого літака й науково-технічної програми досягнення його характеристик ……. 5
1.1.2 Призначення, тактико-технічні вимоги до літака, умови його виробництва й експлуатації, обмеження, що накладаються авіаційними правилами при проектуванні літака…… 6
1.1.3 Збір, обробка й аналіз статистичних даних. Вибір основних відносних початкових параметрів літака…….. 8
1.1.4 Вибір і обґрунтування схеми літака, типу його силової установки …… 14
1.1.5 Розрахунок маси літака …… 18
1.1.6 Підбір двигунів і перевірка довжини розбігу …… 19
1.1.7 Визначення й оптимізація проектних параметрів літака і його агрегатів …….. 23
1.1.8 Розробка аеродинамічного, об'ємно-вагового, конструктивно-силового компонувань ……... 26

1.3 Інтегроване проектування й комп'ютерне моделювання лонжерона крила проектованого літака ……... 34

1.3.1 Розробка майстер-геометрії агрегату …….. 34
1.3.2 Визначення навантажень, що діють на агрегат ……..… 37
1.3.3 Побудова епюр внутрішніх силових факторів…… 40
1.3.4 Розрахунок розподілу навантаження……... 42
1.3.5 Розрахунок геометричних параметрів силових елементів переднього лонжерону……... 43
1.3.6 Розробка фітингового з’єднання…….. 47

1.4 Інтегроване проєктування й комп'ютерне моделювання силової установки літака…….. 49

1.4.1 Аналіз схем системи кріплення двигуна та конструктивних особливостей їх виконання на літаках заданого типу..…… 49
1.4.2 Вибір й обґрунтування схеми кріплення двигуна…… 49
1.4.3 Визначення навантажень і вибір матеріалу для силових елементів системи кріплення двигуна……. 50
1.4.4 Визначення геометричних параметрів і розробка конструкції силових елементів системи кріплення двигуна…… 54

1.4.5 Розробка конструкції та технічних умов на її виготовлення…….. 57
1.4.6 Вибір й обґрунтування складу силової установки літака…… 58
1.4.7 Проектування паливної системи …….. 59
1.4.8 Проектування протипожежної системи силової установки …….. 70
1.4.9 Профілювання повітрозабирача…… 72
1.4.10 Проектування масляної системи……. 73
1.4.11 Системи запуску та керування двигунами……. 74
1.4.12 Допоміжна силова установка (ДСУ)..…… 75

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ …….. 77

Розробка технології виготовлення панелі крила пасажирського літака-високоплана

2.1 Опис конструкції складальної одиниці …….. 77
2.2 Технічні умови на виготовлення складальної одиниці…….. 77
2.3 Схема базування складових частин вузла……... 78
2.4 Укрупнений технологічний процес складання……... 79
2.5 Технологічні умови на поставку деталей і підзбірок відповідно до техпроцесу складання вузла……... 81
2.6 Вибір схеми складального пристрою…….. 82
2.6.1 Розробка ТУ на проектування складального пристрою……. 82
2.6.2 Вибір схеми та компонування складального пристрою……. 83

3. Економічний розділ……. 84

3.1 Розрахунок витрат літакобудівного ДКБ…… 84
3.2 Розрахунок собівартості літака та ціни літака без двигуна…… 85
3.3 Висновки…… 89

СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА……. 90

Розміщення рятувального обладнання в пасажирському салоні

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ …… 96

ДОДАТКИ