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 дипломного проекту

(тип кваліфікаційної роботи)

магістра

(освітній ступінь)

на тему: ***Транспортний літак з підвищеною дальністю***

ХАІ.103.160.24О.134.2001143 ПЗ

Виконав: студент 2 курсу групи 160
Спеціальність 134 *«Авіаційна та ракетно-космічна техніка»*
(код та найменування)
Освітня програма *«Літаки і вертольоти»*
(найменування)
Задерака А. С.
(прізвище та ініціали студента)

Керівник: Рябков В. І.
(прізвище та ініціали)

Рецензент:
(прізвище та 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
«____»_____2024року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТ

Задераці Антону Сергійовичу
(прізвище, ім'я та по батькові)

Тема кваліфікаційної роботи: ***Транспортний літак з підвищеною дальністю***

керівник кваліфікаційної роботи *Рябков Віктор Іванович, д.т.н., професор*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Університету № 1938-уч від « 21 » 10 2024 року
Термін подання студентом кваліфікаційної роботи грудня 2024 року

Вихідні дані до роботи : $m_{ком}$ = 20 000 кг; A = 100 шт; $n_{ек}$ = 4 чол;
$V_{крейс}$ = 690 км/год; $L_{max}(m_{ц.н\,max})$ = 2500 км; $H_{крейс}$ = 10 500 м;
R = 40 000 льотних годин

Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розв'язати)

Реферат

Вступ, постановка цілі й задач проектування

1. Конструкторський розділ

Автоматизоване формування вигляду літак

1.1 Розробка концепції створення проектованого літака й науково-технічної програми досягнення його характеристик.
1.2 Призначення, тактико-технічні вимоги до літака, умови його виробництва й експлуатації, обмеження, що накладаються авіаційними правилами при проектуванні літака.
1.3 Збір, обробка й аналіз статистичних даних. Вибір основних відносних початкових параметрів літака.
1.4 Вибір і обґрунтування схеми літака, типу його силової установки.
1.5 Розрахунок маси літака в трьох наближеннях.
1.6 Підбір двигунів і перевірка довжини розбігу.
1.7 Визначення й оптимізація проектних параметрів літака і його агрегатів.
1.8 Розрахунок центрування і моментів інерції літака.
1.9 Аналіз впливу змін проектних параметрів агрегатів літака при їхній оптимізації на аеродинамічні й масові характеристики літака.
1.10 Інтегроване проектування й комп'ютерне моделювання вертикального оперення проектованого літака.
1.11 Інтегроване проектування й комп'ютерне моделювання однієї з систем літака.

2. Технологічний розділ

Розробка технології виготовлення агрегату літака

2.1. Аналіз вихідних конструкторських документів проектованого агрегату: технічні умови на виготовлення, аналіз технологічності агрегату.
2.2. Розробка схеми конструктивно-технологічного членування, схеми збирання й ув'язування заготівельно-складального оснащення.
2.3. Розробка укрупненого технологічного процесу збирання агрегату: підбор інструмента й устаткування, технічні умови на постачання деталей і складальних одиниць, цикловий графік збирання.
2.4. Проектування складального пристосування: розробка схеми базування, складання технічних умов на проектування стапеля, вибір і обґрунтування прийнятих засобів виготовлення й монтажу складального пристосування, опис конструкції складального пристосування, монтаж складального пристосування.
2.5. Організація робочого місця й техніка безпеки.

3. Економічний розділ

Розрахунок показників економічної ефективність

3.1. Конкурентні переваги літака, що проектується, та оцінка можливих обсягів його реалізації.
3.2. Вихідні дані для розрахунку тактико-економічних показників ефективності створення літального апарату.
3.3. Розрахунок основних тактико-економічних показників проектування та виробництва літального апарату
3.4. Оцінка ефективності виготовлення літального апарату в залежності від об'ємів їх реалізації на ринках збуту.
Висновки до дипломного проекту.

4. Спеціальне завдання

Проаналізувати та розробити покращений варіант розробленого агрегату літака.

Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

- Додаток А – креслення загального вигляду літака;
- Додаток Б – складальне креслення агрегату літака;
- Додаток В – схема конструктивно-технологічного членування агрегату літака;
- Додаток Г – схема зборки та ув'язки агрегату літака;
- Додаток Д – цикловий графік агрегату літака;
- Додаток Е – стапель зборки агрегату літака.

Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Конструкторський розділ	Рябков В.І., д.т.н., професор		
2. Технологічний розділ	Майорова К.В., к.т.н., доцент		
3. Економічний розділ	Рябков В.І., д.т.н., професор		
4. Спеціальне завдання	Рябков В.І., д.т.н., професор		

Нормоконтроль _____ Віктор РЯБКОВ «____» _____2024р.
(підпис) (ім'я та прізвище)

Дата видачі завдання «____» _____2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Конструкторський розділ		
2	Технологічний розділ		
3	Економічний розділ		
4	Спеціальне завдання		

Здобувач _____ **Антон ЗАДЕРАКА**
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ **Віктор РЯБКОВ**
(підпис) (ім'я та прізвище)

ЗМІСТ

Реферат……..……...1
Вступ, постановка цілі й задач проектування…….……..2
1 Конструкторський розділ…….……...4
1.1 Розробка концепції створення проектованого літака й науково-технічної програми досягнення його характеристик……...……4
1.2 Призначення, тактико-технічні вимоги до літака, умови його виробництва й експлуатації, обмеження, що накладаються авіаційними правилами при проектуванні літака……..8
1.3 Збір, обробка й аналіз статистичних даних. Вибір основних відносних початкових параметрів літака……...14
1.4 Вибір і обґрунтування схеми літака, типу його силової установки……22
1.5 Розрахунок маси літака в трьох наближеннях……..……..…..25
1.6 Підбір двигунів і перевірка довжини розбігу……27
1.7 Визначення й оптимізація проектних параметрів літака і його агрегатів……..32
1.8 Розрахунок центрування і моментів інерції літака……..……45
1.9 Аналіз впливу змін проектних параметрів агрегатів літака при їхній оптимізації на аеродинамічні й масові характеристики літака……..……...50
1.10 Інтегроване проектування й комп'ютерне моделювання вертикального оперення проектованого літака……..……..……53
1.11 Інтегроване проектування й комп'ютерне моделювання однієї з систем літака……...……...64
2 Технологічний розділ……...……..69
2.1 Аналіз вихідних конструкторських документів проектованого агрегату: технічні умови на виготовлення, аналіз технологічності агрегату……..69
2.2 Розробка схеми конструктивно-технологічного членування, схеми збирання й ув'язування заготівельно-складального оснащення……72
2.3 Розробка укрупненого технологічного процесу збирання агрегату: підбор інструмента й устаткування, технічні умови на постачання деталей і складальних одиниць, цикловий графік збирання…….……75
2.4 Проектування складального пристосування: розробка схеми базування, складання технічних умов на проектування стапеля, вибір і обґрунтування прийнятих засобів виготовлення й монтажу складального пристосування, опис конструкції складального пристосування, монтаж складального пристосування……83
2.5 Організація робочого місця й техніка безпеки…….…..……86

3 Економічний розділ……89
3.1 Характеристика тактико-технічних показників літака, що проектується, як товарного продукту……..89
3.2 Споживачі якості літака, що впливають на конкретні переваги та економічні витрати при проектуванні літака в дослідному конструкторському бюро та при серійному виготовленні літака на виробничому авіаційному підприємстві……...91
3.3 Аналіз ринку збуту на основі маркетингових досліджень та визначення об'єму можливих продаж готових ЛА……94
3.4Основні напрямки підвищення ефективності надзвукових пасажирських літаків другого покоління, зв'язні з цим основні проблеми і деякі результати дослідження……97
3.5 Розрахунок основних тактико-економічних показників проектування та виробництва літального апарату……..……100
4 Спеціальне завдання……104
4.1 Розробка покращеного варіанту конструкції кіля……....104
4.2 Визначення навантажень, що діють на модифікований кіль……106
4.3 Проектування трьохшарових панелей із стільниковим заповнювачем……...…113
4.4 Ваговий аналіз конструкції кіля……115
4.5 Загальний аналіз конструкції кіля……117
Висновки до дипломного проекту……118
Список використаної літератури……...120
Додаток А – креслення загального вигляду літака……...…125
Додаток Б – складальне креслення кіля літака……126
Додаток В – схема конструктивно-технологічного членування кіля літака……..…..133
Додаток Г – схема зборки та ув'язки кіля літака……..…134
Додаток Д – цикловий графік кіля літака……..…135
Додаток Е – стапель зборки кіля літака……136

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра: Дослідження транспортного літака з підвищеною дальністю польоту, 124 с., 31 рис., 1 таб., Додатки, 34 джерела інформації.

Об’єкт розробки: середній транспортний літак.

Мета кваліфікаційної роботи – інтегроване проектування кіля транспортного літака з підвищеною дальністю польоту.

Методи проектування: статичний, аналітичний, графічний, комп’ютерного моделювання за допомогою програмних пакетів: Exel, Siemens NX 7.5.

В результаті виконання дипломного проекту було спроектовано кіль літака. Визначено навантаження що діють на нього. Проведено проектувальний розрахунок варіантів конструкції, розроблено характерні перетини вузлів кріплення. Розроблено складальне креслення конструкції агрегату та загальний вигляд літака з підвищеною дальністю. Розроблено цикловий графік та схему збирання та ув’язування кіля.

Результати кваліфікаційної роботи можуть використовуватися для подальшого ескізного проектування.

Окремі розділи даної роботи можуть служити методичними посібниками або прикладами для виконання курсових робіт з курсу «Конструювання елементів авіаційної техніки».

Умови отримання роботи: за письмовим дозволом завідуючого ка-федрою проектування літаків і вертольотів Національного аерокосмічного університету ім. Н.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут».

ТРАНСПОРТНИЙ ЛІТАК, МАСОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛІТАКА, ВЕРТИКАЛЬНЕ ОПЕРЕННЯ, КІЛЬ

ВСТУП

Для збільшення дальності польоту середнього транспортного літака необхідно комплексно розглядати аеродинамічні, конструкційні та експлуатаційні аспекти. Ключовим завданням є оптимізація витрат палива, яка може бути досягнута через покращення аеродинамічних характеристик, вдосконалення двигунів та зниження маси конструкції. Ефективність конструкції літака та обрані матеріали мають забезпечувати максимальну міцність при мінімальній вазі, а технології зниження аеродинамічного опору – зменшувати витрати палива під час польоту. Окрім цього, оптимізація маршрутів і методів керування польотом також сприяє збільшенню дальності, дозволяючи літаку подолати більші відстані з обмеженим запасом пального.

Збільшення дальності польоту середнього транспортного літака є складним завданням, яке охоплює декілька технічних напрямків та вимагає міждисциплінарного підходу. На перший план виходить підвищення ефективності силової установки, що передбачає використання новітніх двигунів із покращеною паливною економічністю, зменшенням ваги та зниженням рівня шуму. Окрім модернізації двигунів, значну роль відіграє зменшення загальної маси літака за рахунок впровадження легких композитних матеріалів, здатних забезпечити необхідну міцність і довговічність конструкції. Паралельно, вдосконалення аеродинамічних характеристик, як-от оптимізація форми крила, зменшення лобового опору та покращення плавності обтікання повітря навколо фюзеляжу, сприяє зниженню витрат енергії на підтримку польоту.

Важливою є також оптимізація системи управління польотом, зокрема використання передових навігаційних та автопілотних систем, які дозволяють вибирати найбільш енергоефективні маршрути та уникати зон турбулентності, що призводить до економії палива. Крім того, правильне планування зльоту і посадки, де особлива увага приділяється зниженню споживання палива під час набору висоти та зниження, значно впливає на загальну дальність польоту. У комплексі ці шляхи та засоби здатні не тільки збільшити дальність польоту

середнього транспортного літака, але й підвищити їхню екологічну та економічну ефективність, що є пріоритетом для сучасної авіаційної галузі.

Актуальність дослідження. Зростаюча потреба у високоефективних середніх транспортних літаках пов’язана зі збільшенням обсягів вантажних і пасажирських перевезень на середні відстані. Оптимізація дальності польоту є одним з пріоритетних завдань у контексті економії палива та зниження впливу на навколишнє середовище. Інновації у сфері аеродинаміки, матеріалознавства та силових установок сприяють вдосконаленню авіаційної техніки, що є особливо актуальним на тлі зростаючих вимог до екологічності та ефективності транспортних засобів.

Тема дослідження. Аналіз та розробка підвищеної дальності польоту транспортного літака.

Мета дослідження. Визначити та обґрунтувати основні технічні рішення, що сприяють збільшенню дальності польоту транспортного літаків, шляхом оптимізації аеродинаміки, зниження маси конструкції та підвищення ефективності силових установок.

Об'єкт дослідження. Власно розроблений середньо-транспортний літак розробка котрого опиралася на аналоги.

Предмет дослідження. Технічні та інженерні методи, які дозволяють підвищити дальність польоту, включаючи інноваційні підходи до конструкції, аеродинамічні рішення та удосконалення силових установок.

Практичне значення дослідження. Результати дослідження можуть бути використані авіабудівними компаніями для розробки нових моделей середніх транспортних літаків, що характеризуються збільшеною дальністю польоту, зниженою витратою палива та покращеною екологічною ефективністю. Це сприятиме зменшенню експлуатаційних витрат, підвищенню конкурентоспроможності авіаперевізників та виконанню міжнародних стандартів з екологічності та енергоефективності.