МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет літакобудування

Кафедра проєктвання літаків і вертольотів

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи

(тип кваліфікаційної роботи)

магістра
(освітній ступінь)

на тему: **Далекомагістральний транспортний літак**

ХАІ.103.160н.26В.134.9593141 ПЗ

Виконав: студент 2 курсу 160н
магістра групи
Спеціальність: 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка
(код та найменування)
Освітня програма: «проєктвання, виробництво та сертифікація авіаційної техніки»
(найменування)
Суховерський Андрій Андрійович
(ПІБ здобувача)
Керівник: Рябков Віктор Іванович
(прізвище та ініціали)

Рецензент: Костенко Олександр Іванович
(прізвище та ініціали)

Харків 2026

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет: Літакобудування
Кафедра: 103 проєктвання літаків та вертольотів
Рівень вищої освіти: другий (магістерський)
Спеціальність: 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка
Освітня програма: проєктвання, виробництво та сертифікація авіаційної техніки

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

к.т.н., доц. Сергій ТРУБАЄВ
«____» _____202__ року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Суховерський Андрій Андрійович
(прізвище, ім'я та по батькові)

Тема кваліфікаційної роботи Далекомагістральний транспортний літак

керівник кваліфікаційної роботи Рябков Віктор Іванович проф. каф. 103, д.т.н., професор **наказ № 366-уч від 16.03.2026**
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Університету № 366-уч від « 16 » 03 2026р.
Термін подання студентом кваліфікаційної роботи 12 травня 2025р.
Вихідні дані до роботи Vmax= 850 км/год; Vкр= 780 км/год;
Hmax= 12200 м; Hкр = 10000 м; L = 4500 км; Lрозб= 1200 м; Lпроб=400 м;
nекипаж= 6 чел.; mц.н =178400 кг.

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

Реферат.
Зміст

1. Конструкторський розділ
1.1. Формування зовнішнього вигляду літака на основі статистичних даних
1.1.1. Збір та обробка статистичних даних, їх аналіз.
1.1.2. Розробка тактико-технічних вимог (ТТВ) до літака.

1.1.3. Вибір і обґрунтування схеми літака.
1.1.4. Визначення злітної маси літака в нульовому наближенні.
1.1.5. Розрахунок маси конструкції основних агрегатів літака, маси силової установки, палива, обладнання та керування.
1.1.6. Вибір двигуна та його характеристик.
1.1.7. Визначення геометричних розмірів основних агрегатів літака (крила, фюзеляжу, оперення, шасі). Визначення положення центру мас. Розробка загального вигляду літака.
1.1.8. Вибір, обґрунтування, розробка й ув'язка конструктивно-силових схем (КСС) агрегатів літака.
1.1.9. Висновки.

1.2.Визначення геометричних характеристик елементів регулярної зони крила з умов забезпечення статичної міцності

1.2.1. Межі допустимих швидкостей та перевантажень
1.2.1.1. Обґрунтування норм льотної придатності літака
1.2.1.2. Вибір максимальних та мінімальних маневрених перевантажень
1.2.1.3. Визначення розрахункових швидкостей польоту
1.2.2. Розрахунок навантажень на крило великого подовження
1.2.2.1. Випрямлення крила
1.2.2.2. Розрахунок рівнодіючого навантаження на крило
1.2.2.3. Розподіл повітряного навантаження та масового навантаження по розмаху крила
1.2.2.4. Розрахунок поперечних сил, згинального та наведеного моментів по розмаху крила
1.2.2.5. Визначення точок прикладання рівнодіючого навантаження за перерізами крила
1.2.2.6. Перевірка правильності побудови епюр навантажень по крилу
1.2.2.7. Визначення розрахункових внутрішніх силових чинників
1.2.3. Проєктвальний розрахунок перерізу крила літака

1.2.3.1. Визначення товщини обшивки та кроку стрінгерів для розтягнутої та стисненої панелей крила
1.2.3.2. Розрахунок площ стрінгерів у розтягнутій та стислій панелях крила. Підбір стрінгерів за сортаментом авіаційних профілів
1.2.3.3. Розрахунок площ лонжеронів у розтягнутій та стислій панелях крила
1.2.3.4. Визначення товщин стінок лонжеронів крила
1.2.3.5. Розрахунок відстані між рядовими нервюрами крила
1.2.4. Перевірочний розрахунок перерізу крила на міцність

1.2.4.1. Перевірочний розрахунок перерізу крила при дії розрахункових навантажень за методом редукційних коефіцієнтів

1.2.4.2. Розрахунок нормальних напруг

1.2.4.3. Визначення коефіцієнтів надлишку міцності основних елементів перерізу крила

1.3. Розробка конструкції складальних вузлів і деталей агрегатів літака.

1.3.1. Розробка конструкції стійки шасі (основної, носової)

1.3.1.1. Вибір схеми розміщення й обґрунтування кінематичної та конструктивно-силової схеми шасі

1.3.1.2. Визначення стоянкових, експлуатаційних і розрахункових навантажень, що діють на елементи конструкції шасі. Побудова епюр зусиль у всіх елементах шасі

1.3.1.3. Підбір типу та розмірів опорних елементів. Визначення вихідних (потрібних) енергосилових і геометричних параметрів, вибір типу амортизатора

1.3.1.4. проєктвальний розрахунок амортизатора, визначення діаметру та ходу амортизатора, розмірів штока та циліндра, об'єму рідини та газу, тиску зарядження і т.д.

1.3.1.5. Конструювання елементів конструкцій амортизатора, діаметрів і товщини стінок циліндра, штока та плунжера, площ і діаметрів отворів для перетікання рідини на прямому й зворотному ході, конструкції букс, герметизації, вузлів з'єднання амортизатора з іншими елементами шасі, конструкції зарядних штуцерів, тощо

1.3.1.6. Висновки

1.4 Розробка компонувальної схеми силової установки літака.

1.4.1. проєктвання 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).

1.4.1.1 Двигун (короткий опис і характеристики)

1.4.1.2 Розрахунок потрібного об’єму паливних баків

1.4.1.3 Розміщення палива на літаку (вертольоті) та розрахунок наявного об’єму паливних баків

1.4.1.4 Схема розміщення паливних баків (порядок вироблення та призначений двигун)

1.4.1.5 Подання палива до двигунів (схема й опис)

1.4.1.6 Перекачування й аварійне зливання палива (схема й опис)

1.4.1.7 Заправлення паливом (схема й опис)
1.4.1.8 Дренаж і наддування паливних баків (схема й опис)
1.4.1.9 Розрахунок паливної системи на висотність
1.4.1.10 Розрахунок дренажної системи
1.4.1.11 Розрахунок системи аварійного зливання палива
1.4.1.12 Висновки

2. Технологічний розділ

Розробка технології виготовлення деталі літака.

2.1. Розробка технології виготовлення деталі літака за допомогою механічної обробки

2.1.1. Складання технологічного маршруту обробки деталі
2.1.1.1. Провести конструктивно-технологічний аналіз деталі
2.1.1.2. Вибрати вид заготовки та обгрунтувати метод її виготовлення
2.1.1.3. Скласти технологічний маршрут обробки деталі
2.1.1.4. Визначити технологічні бази для всіх операцій розмірної обробки
2.1.1.5. Розрахувати операційні припуски і визначити розміри заготовки
2.1.2. Розробка технологічної операції розмірної обробки деталі
2.1.2.1. Докладно розробити операцію розмірної обробки для верстата з ЧПК з розрахунками режимів різання і норм часу, з складанням розрахунково-технологічної карти (РТК), карти ескізів .
2.1.2.2. Спроєктвати схему спеціального верстатного пристрою. Описати конструкцію та принцип дії пристрою.
2.1.2.3. Оформити комплект технологічної документації на процес розмірної обробки деталі (титульний лист, маршрутна та операційні карти, карта ескізів, карта технічного контролю)

3. Економічний розділ

3.1. Вступ до економічного розділу
3.2. Вихідні дані для розрахунку
3.3. Короткий опис об’єкта економічного обґрунтування
3.4. Методичні положення
3.5. Розрахунок матеріальних витрат
3.6. Розрахунок витрат на покупні комплектуючі, двигуни, обладнання та системи ЛА
3.7. Розрахунок основної та додаткової заробітної плати
3.8. Розрахунок ЄСВ
3.9. Розрахунок витрат на електроенергію
3.10. Розрахунок амортизації
3.11. Розрахунок загальновиробничих витрат

3.12.Інші виробничі витрати
3.13.Визначення виробничої собівартості одного ЛА
3.14.Розрахунок адміністративних витрат
3.15.Розрахунок витрат на збут
3.16.Визначення повної собівартості одного ЛА
3.17.Розрахунок собівартості річної програми випуску
3.18.Розрахунок прибутку
3.19.Розрахунок оптової ціни, ПДВ та відпускної ціни ЛА
3.20.Розрахунок точки беззбитковості
3.21.Підсумкова таблиця техніко-економічних показників
3.22.Висновки

4. Спеціальне завдання

4.1. Аналіз і вибір системи автоматизованого проєктування
4.1.1. Роль інформаційних технологій на авіабудівному підприємстві
4.1.2. Аналіз відомих рішень
4.1.3. Структура і склад систем проєктування оснастки
4.1.3.1. Рішення на основі системи CATIA
4.1.3.2. Комплекс програмних продуктів компанії АСКОН
4.1.3.3. Рішення, що пропонує компанія PTC
4.1.3.4. Особливості технічних засобів і програмного забезпечення

Перелік графічного матеріалу

- майстер-геометрія поверхні літака,
- креслення загального вигляду (формат А0);
- креслення носова стійка шасі (формат А1);
- креслення конструкції деталі виготовленої механічною обробкою (форматА3).

- креслення деталі з накладеним контуром заготовки (формат А3);
- розрахунково-технологічна карта для верстата з ЧПК (формат А3).

Керівник і консультанти розділів проєкт

Розділ	Прізвище, ініціали та посада керівника і консультантів	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1.	**Проф. каф. 103, д.т.н., професор Рябков В.І.**		
2.	**Зав. каф. 104, к.т.н., доц. Майорова К.В.**		
3.	**Проф. каф. 601 д.н.держ. упр., професор Ковальчук В.Г.**		
4.	**Проф. каф. 103, д.т.н., професор Рябков В.І.**		

Нормоконтроль _____ Віктор РЯБКОВ «____» _____20__ р.
(підпис) (ім'я прізвище)

Дата видачі завдання «___» _____ р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач _____ **___Андрій СУХОВЕРСЬКИЙ_**
(підпис) (ім'я прізвище)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ **__Віктор РЯБКОВ_____**
(підпис) (ім'я прізвище)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота (проєкт) магістра містить:

сторінок - 162 ; рисунків - 48; таблиць - 39; додатків - 3;

Об'єкт дослідження: далекомагістральний транспортний літак і його агрегати.

Мета роботи: Цей проєкт має дві мети: по-перше, підготувати попередній проєкт транспортного літака, призначеного для навчальних цілей; по-друге, розглянути найбільш доцільні способи його реалізації. Як зазначалося раніше, це передбачає низку етапів, зокрема визначення параметрів літака за допомогою методу нульової точки, складання конструктивних і динамічних схем, розрахунок аеродинамічних та льотних характеристик, визначення аеродинамічних та конструктивних навантажень, що діють на крила, проєкутвання лонжеронів крила з мінімальною масою, проєктування носової стійки шасі, проєкутвання силової установки, розробка технологій виготовлення оброблених деталей літака, розрахунок економічної безпеки та дослідження систем САПР для підвищення точності проєктвання та вдосконалення виробничих процесів.

Методи дослідження: статистичний і розрахунковий, із застосуванням програмного забезпечення, розробленого на кафедрах 101, 102, 103, 104.

Результати кваліфікаційної роботи (проєкту) магістра та її новизна: у результаті виконання роботи отримано такі результати:

1) отримано параметри далекомагістральний транспортний літак у нульовому наближенні;

2) вибрано, обґрунтовано й розроблено КСС агрегатів літака;

3) розраховано аеродинамічні та льотні характеристики літака і побудовані поляри за різних конфігурацій;

4) визначено повітряні й масові навантаження, які діють на крило;

5) розрахована і сПроєктована передня стійка шасі;

6) розроблено технологію виготовлення деталі літака механічною обробкою;

7) розраховано характеристики економічної ефективності;

8) Розглянуті та порівняні системи CAD

Рекомендації щодо використання результатів роботи: результати кваліфікаційної роботи (проєкту) магістра будуть використані під час подальшого розроблення літака, його систем і агрегатів,

ДАЛЕКОМАГІСТРАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ ЛІТАК, КРИЛО, ШАСІ, ПАЛИВНА СИСТЕМА, ДВИГУН, ЛА