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

магістра

на тему: «**Розробка регламенту та технології технічного обслуговування планера регіонального пасажирського літака**»

ХАІ.103.160ОПС.272.24О.2001149 ПЗ

Виконав: студент 2 курсу групи № 160 ОПС
спеціальності *272 «Авіаційний транспорт»*
(шифр спеціальності)
освітня програма *«Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів»*
Тітус О.О.
(прізвище й ініціали студента)
Керівник: Орловський М. М.
(прізвище й ініціали)
Рецензент: Багровський А.М
(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 та вертольотів»*
Освітній рівень *«Магістр»*
Спеціальність *272 «Авіаційний транспорт»*
Освітня програма *«Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів»*

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

к.т.н., доцент_____Сергій Трубаєв
“__01_” _жовтня__2024 р.

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Тітусу Олександру Олександровичу

Тема дипломного проекту Розробка регламенту та технології технічного обслуговування планера регіонального пассажирського літака

Керівник дипломного проекту: Орловський Михайло Михайлович, к.т.н. доцент каф. 103

Затверджені наказом Університету № 1938-уч від “21” жовтня 2024р. .

Термін подання студентом дипломного проекту: 10.12.24р.

Вихідні дані до проекту V_{max} – 570 км/ч; $V_{кр}$ – 520 км/ч; H_{max} – 7500 м; $H_{кр}$ – 7200 м; L – 3700 км; $L_{раз}$ – 850 м; $n_{пас}$ – 50 чел.; К-16.

Зміст розрахунково-пояснювальної записки
(перелік питань, які потрібно розробити)

Реферат

1. Конструкторський розділ

1.1. Автоматизоване формування вигляду літака

Введення, постановка мети і завдань проектування

1.1.1. Розробка концепції створення проектуємого літака і 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 основних відносних початкових параметрів літака.

1.1.5. Розрахунок маси літака в трьох наближеннях.

1.1.6. Підбір двигунів і перевірка довжини розбігу.

1.1.7. Визначення та оптимізація проектних параметрів літака і його агрегатів.

1.1.8. Розробка аеродинамічних, об'ємно-масових, конструктивно-силових компоновок. Розрахунок центрування і моментів інерції літака.

1.1.9. Ув'язка форми агрегатів, побудова залізень та обтічника літака. Оформлення результатів розрахунку.

1.1.10. Стандартна специфікація проектуємого літака.

1.2. Аналіз впливу змін проектних параметрів агрегатів літака при їх оптимізації на аеродинамічні і масові характеристики літака

1.2.1. Визначення лобового опору проектуємого літака.

1.2.2. Підйомна сила, індуктивний опір, поляра літака, аеродинамічна якість літака.

1.2.3. Поздовжній момент і розташування аеродинамічного фокусу літака.

1.3. Інтегроване проектування та комп'ютерне моделювання проектуємого літака

1.3.1. Розробка майстер-геометрії літака.

1.3.2. Опис літака.

2. Експлуатаційний розділ

2.1. Опис конструкції: фюзеляж, основний каркас, допоміжна конструкція, обшивка, обтічники і залисини

2.2.Аналіз несправностей планера регіонального пасажирського літака

2.3.Регламент технічного обслуговування: оперативне технічне обслуговування, періодичне технічне обслуговування

2.4.Висновки

3. Забезпечення безпеки польотів

3.1.Аеродромна Система Управління Безпекою Польотів.

3.2. Менеджер і комісія з питань безпеки польотів.

3.3. Контроль за забезпеченням безпеки операцій.

3.4. Керівництво по управлінню безпекою польотів (РУБП).

3.5. Складання плану на випадок аварійної обстановки на аеродромі.

3.6. Експлуатація аеродромів.

3.7. Експлуатація транспортних засобів.

3.8.Роль аеродромних менеджерів з питань безпеки польотів в забезпеченні безпеки на землі.

3.9.Чинники, сприяючі виникненню небезпечних умов роботи на пероні.

3.10. Висновки

4. Економічний розділ

Розрахунок показників економічної ефективності

4.1. Маркетингове дослідження ринку внутрішніх і міжнародних перевезень пасажирів і вантажів.

4.2. Початкові дані для розрахунків техніко-економічних показників експлуатації ЛА.

4.3. Розрахунок витрат на експлуатацію ЛА і визначення собівартості перевезення пасажирів.

4.4. Оцінка ефективності експлуатації ЛА.

4.5. Висновки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Додаток 1. Загальний вигляд літака

Додаток 2. КСС літака

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

- Майстер-геометрія поверхні літака, креслення загального вигляду;
- Модель розподілу простору (об'ємно-масова компоновка);
- Конструктивно-силова компоновка літака.

Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання надав	Завдання отримав
1.	к.т.н., доцент каф. 103 Орловський М. М.	1.10.24	10.12.24
2.	к.т.н., доцент каф. 103 Орловський М. М.	1.10.24	10.12.24
3.	к.т.н., доцент каф. 103 Орловський М. М.	1.10.24	10.12.24
4.	к.т.н., доцент каф. 103 Орловський М. М.	1.10.24	10.12.24

Нормоконтроль _____ М.М. Орловський_ «10» грудня_2024 р.
(підпис) (ініціали та прізвище)

Дата видачі завдання «__01_» 10_2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	**Примітка**
1.	**Конструкторський розділ**	10.12.24	Вик.
2.	**Експлуатаційний розділ**	10.12.24	Вик.
3.	**Забезпечення безпеки польотів**	10.12.24	Вик.
4.	**Економічний розділ**	10.12.24	Вик.

Студент _____ Тітус О.О
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту _____ Орловський М.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту: Розробка регламенту та технології технічного обслуговування планера регіонального пасажирського літака, 158 стр, 4 розділа, 86 табл., 50 мал., 3 додатки, 27 джерел інформації.

Об'єкт дослідження: пасажирський літак з турбогвинтовим двигуном, регламент технічного обслуговування, керівництво з технічної експлуатації.

Мета роботи: розробити загальний вигляд регіонального пасажирського літака, його конструктивно-силову схему, розрахувати аеродинамічні характеристики, провести аналіз технічного обслуговування планера літака та його несправностей під час періодичного технічного обслуговування (ТО). Крім того, розглянути аеродромну систему управління безпекою польотів і розрахувати витрати на експлуатацію літака.

Методи проектування і конструювання: статистичний, аналітичний, графічний методи, а також методи проектування на електронно-обчислювальних машинах (ЕОМ).

Результати роботи:

1. Розроблений загальний вигляд літака та його конструктивно-силова схема.
2. Розраховані аеродинамічні характеристики літака.
3. Проведений аналіз технічного обслуговування планера літака та виявлені його несправності.
4. Розроблені регламент і технології технічного обслуговування.
5. Запропоновані шляхи вдосконалення технічного обслуговування та зменшення кількості відмов планера.
6. Виконаний аналіз аеродромної системи управління безпекою польотів.
7. Розраховані економічні показники експлуатації літака.

Ключові слова: пасажирський літак, загальний вигляд літака, тактико-технічні вимоги, майстер-геометрія, планер, несправність, шпангоут, безпека польотів, економічна ефективність.

Умови отримання дипломного проекту: Дипломний проект знаходиться у науково-технічній бібліотеці університету і може бути виданий лише з відповідного дозволу завідувача кафедри за письмовою заявою.

Зміст

Реферат

Вступ

1. Конструкторський розділ……. 12

1.1. Введення, постановка мети і завдань проектування……..... 12

1.1.2. Розробка концепції створення проектованого літака і науково технічної програми досягнення його характеристик……... 13

1.1.3. Збір, обробка і аналіз статистичних даних. Вибір основних відносних початкових параметрів літака……..... 15

1.1.3.1. Складання тактико-технічних вимог……..... 28

1.1.4. Вибір і обгрунтування схеми літака, типу його силової установки..... 28

1.1.5. Розрахунок маси літака в трьох наближеннях……... 30

1.1.5.1. Визначення маси літака в першому наближенні……..……... 30

1.1.5.2. Визначення злітної маси літака в другому наближенні…..... 44

1.1.5.3. Визначення злітної маси літака в третьому наближенні …..... 46

1.1.6. Визначення і оптимізація проектних параметрів літака і його агрегатів……..……. 49

1.1.6.1. Визначення геометричних параметрів крила і оперення……...…… 49

1.1.6.2. Визначення геометричних параметрів фюзеляжу……...…… 50

1.1.7. Розробка об`ємно-вагової, конструктивно-силової компоновок центровки літака…….……..... 51

1.1.7.1. Вагове зведення і центрівка літака ……..……..... 51

1.1.7.2. Висновок про статичну стійкість і керованість літака…….. 59

1.1.7.3. Конструктивно-силова схема літака і його агрегатів……..…….. 59

1.1.8. Ув'язка форми агрегатів, побудова залисин і обтічників літака……... 61

1.2. Аналіз впливу змін проектних параметрів агрегатів літака при їх оптимізації на аеродинамічні і масові характеристики літака…..…… 62

1.2.1. Визначення лобового опору проектованого літака…… 62

1.2.2. Профільний опір літака……..... 62

1.2.2.1. Профільний опір фюзеляжу і гондол двигуна……. 63

1.2.2.2. Коефіцієнти гальмування потоку……..... 65

1.2.2.3. Профільний опір крила і горизонтального оперення……..... 66

1.2.2.4. Профільний опір вертикального оперення……... 67

1.2.2.5. Коефіцієнт інтерференції поверхонь, що несуть, і фюзеляжу…..... 67

1.2.2.6. Додатковий профільний опір……. 68

1.2.2.7. Хвилевий опір літака…….. 69

1.2.2.8. Повний опір літака…… 70

1.2.3. Підйомна сила, індуктивний опір, аеродинамічна якість, поляра

літака……. 70
1.2.3.1. Складові підйомної сили…… 70
1.2.3.2. Похідна коефіцієнта підйомної сили літака по куту атаки…….. 71
1.2.3.3. Похідна коефіцієнта підйомної сили по куту атаки ізольованого фюзеляжу……..... 71
1.2.3.4. Похідна коефіцієнта підйомної сили по куту атаки ізольованого крила і горизонтального оперення…… 72
1.2.3.5. Кути атаки нульової підйомної сили всього літака і його окремих елементів…….. 73
1.2.3.6. Скіс потоку за системою поверхня, що «несе + фюзеляж»…… 73
1.2.3.7 Максимальна підйомна сила літака…….. 77
1.2.3.8 Індуктивний опір і поляра літака……. 78
1.2.4. Подовжній момент і розташування аеродинамічного фокусу літака…... 81
1.2.4.1. Похідні коефіцієнтів моменту тангажа по куту атаки літака і його елементів……. 81
1.2.4.2. Положення фокусу ізольованих елементів літака…… 83
1.2.4.3. Подовжній момент літака при нульовій підйомній силі……... 84
1.3. Інтегроване проектування і комп'ютерне моделювання проектованого літака…… 85
1.3.1. Розробка мастер-геометрії проектованого літака…….. 85
1.3.2. Опис проектованого літака…….. 86
2. Експлуатаційний розділ…….. 93
2.1. Фюзеляж……. 93
2.1.1. Основний каркас…… 102
2.1.2. Допоміжна конструкція……. 104
2.1.3. Обшивка…….. 108
2.1.4. Обтічники і залисини……. 110
2.2. Аналіз несправностей планера регіонального пасажирського літака …… 112
2.2.1. Аналіз несправностей фюзеляжу……. 112
2.2.2. Аналіз несправностей люків, дверей, стулок…….. 117
2.3. Регламент технічного обслуговування……... 121
2.3.1. Оперативне технічне обслуговування…….. 121
2.3.2. Періодичне технічне обслуговування……. 123
2.4. Висновки…… 129
3. Забезпечення безпеки польотів……... 130
3.1.Аеродромна Система Управління Безпекою Польотів…….. 130
3.1.1 Управління Безпекою Польотів На Аеродромі…… 130
3.1.2 Рамки управління безпекою польотів на аеродромі…… 130

3.1.3 СУБП експлуатанта аеродрому……. 131
3.2. Менеджер і комісія(и) з питань безпеки польотів……. 132
3.3. Контроль за забезпеченням безпеки операцій……... 132
3.4. Керівництво по управлінню безпекою польотів (РУБП)…….. 133
3.4.1 Перевірки стану безпеки польотів…… 133
3.5. Складання плану на випадок аварійної обстановки на аеродромі……... 134
3.6. Експлуатація аеродромів…….. 135
3.6.1 Безпека на пероні аеродрому……. 136
3.6.2 Умови роботи на пероні……. 136
3.6.3 Причини авіапригод на пероні…….. 137
3.6.4 Управління безпекою на пероні ……... 137
3.7. Експлуатація транспортних засобів…… 138
3.8.Роль аеродромних менеджерів по питаннях безпеки польотів в забезпеченні безпеки на землі…… 140
3.9.Чинники, сприяючі виникненню небезпечних умов роботи на пероні…… 141
4. Економічний розділ…….. 144
4.1. Маркетингове дослідження ринку внутрішніх і міжнародних перевезень пасажирів і вантажів…… 144
4.1.1 Сегментація ринку споживачів і визначення ємкості перевезень (очікувана кількість пасажирів)……. 144
4.1.2 Результати дослідження ринку перевезень…… 146
4.2. Початкові дані для розрахунків техніко-економічних показників експлуатації ЛА…… 147
4.2.1 Льотно-технічні характеристики ЛА, що впливають на експлуатаційні затр.аты в базовому аеропорту (авіаційній експлуатованій компанії)……... 147
4.3. Розрахунок витрат на експлуатацію ЛА і визначення собівартості перевезення пасажирів…… 147
4.3.1 Розрахунок повної собівартості експлуатації ЛА на один кілометр шляху …….. 147
4.4. Оцінка ефективності експлуатації ЛА……... 153
4.4.1 Розрахунок виручки і прибутку експлуатуючої компанії ЛА, що доводяться на один тонно-кілометр…….. 153
4.4.2. Рентабельність експлуатації……. 153
4.5. Висновки…….. 154
Список літератури……155
Додатки……158

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

А – коефіцієнт відвала поляри;

АДХ – аеродинамічні характеристики;

ВО – вертикальне оперення;

ГО – горизонтальне оперення;

ЗПС – злітно-посадкова смуга;

ІКАО – міжнародна організація цивільної авіації;

КСС – конструктивно-силова схема;

ЛА – літальний апарат;

М – число Маха;

САХ – середня аеродинамічна хорда;

СУ – силова установка;

ТГД – турбогвинтовий двигун;

ТТД – тактико-технічні дані.

$\overline{c}, \overline{c_{\text{ГО}}}, \overline{c_{\text{ВО}}}$ – відносна товщина профілю крила, горизонтального оперення, вертикального оперення;

$C_{pH=v}$, кг/кН*год – значення питомої годинної витрати палива;

c_{xa} – коефіцієнт лобового опору;

c_{ya} – коефіцієнт підйомної сили;

$D_{\text{ф}}$, м – діаметр фюзеляжу;

$H_{v\,max}$, км – висота польоту з максимальною швидкістю;

$H_{\text{практ}}$, км – практична стеля;

K_c – коефіцієнт корисного навантаження;

L, км – дальність польоту;

L, м – розмах крила;

$L_{\text{пр}}$, м – довжина пробігу під час посадки;

$L_{\text{р}}$, м – довжина розбігу при зльоті;

$L_{\text{ф}}$, м – довжина фюзеляжу;

$m_0 (m_{зл})$, кг – злітна маса літака;

$m_{0\ max}$, кг – максимальна злітна маса літака;

$m_{дв}$, кг – маса двигуна;

$m_{ек}$ – маса екіпажу;

$m_{п}$, кг – маса палива;

$m_{пос}$, кг – посадкова маса літака;

$m_{пуст}$, кг – маса порожнього літака;

$m_{пуст\ сн}$, кг – маса порожнього спорядженого літака;

$m_{с}$, кг – маса комерційного навантаження;

$n_{пас}$, чол. – кількість пасажирів;

p_0, даН (кН) – питоме навантаження на крило;

$P_0\ (N_0)$, кгс – тяга (потужність двигуна);

$S, S_{эл}, S_{ГО}, S_{ВО}$, м² - площа крила, елеронів, горизониального оперення, вертикального оперення;

t_0 – стартова тягозброєність;

V_{max}, км/год – максимальна швидкість польоту;

V_y, м/с – швидкопідйомність;

$V_{крейс}$, км/год – швидкість крейсерського польоту;

$\Upsilon_{дв}$, кг/даН – питома маса двигуна;

$\delta_з$ – кут відхилення закрилка;

$\eta, \eta_{ГО}, \eta_{ВО}$ – звуження крила, горизонтального оперення, вертикального оперення;

$\lambda, \lambda_ф, \lambda_{ГО}, \lambda_{ВО}$ – подовження крила, фюзеляжу, горизонтального оперення, вертикального оперення;

$\chi, \chi_{ГО}, \chi_{ВО}$, град – кут стрілоподібності крила, горизонтального оперення, вертикального оперення;