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
(освітній рівень)

на тему «Технічне обслуговування цивільних БпЛА коптерного типу»

ХАІ.103.160ОПС.25О.272.1901070 ПЗ

Виконав: студент 6 курсу групи № 160ОПС
спеціальності *272 «Авіаційний транспорт»*
(шифр спеціальності)
освітня програма *«Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів»*
Каталкін Г.В.
(прізвище й ініціали студента)
Керівник: Бабушкін О.А.
(прізвище й ініціали)
Рецензент:
(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 і вертольотів»*
Освітній рівень *«Магістр»*
Спеціальність *272 «Авіаційний транспорт»*
(код та найменування)
Освітня програма *«Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів»*

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
к.т.н., доц. Сергій ТРУБАЄВ
“ 11 ” 12 2024 р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ МАГІСТРА

Каталкіна Григорія Володимировича
(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема дипломного проекту «Технічне обслуговування цивільних БпЛА коптерного типу»
Керівник дипломного проекту к. т. н., доцент каф. 103 Бабушкін Олександр Анатолійович
((Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом Університету від “ 21 ” Жовтня 2024р. №1938-уч
Термін подання студентом дипломного проекту

Вихідні дані до проекту МЗМ= 60кг; V_{max}= 60 км/год; $V_{кр}$= 45 км/год; H_{max}= 500м; $H_{кр}$= 100-150м; L= 20 км; $m_{кн}$=20кг.

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

Реферат
Вступ
1. Конструкторский розділ
1.1 Статистичне проектування вигляду БпЛА
1.2 Збір та обробка статистичних даних, їх аналіз
1.3 Розробка тактико-технічних вимог до БпЛА
1.4 Вибір і обґрунтування схеми БпЛА
1.5 Вибір і обґрунтування матеріалів та компонентів
1.6 Розрахунок маси конструкції основних агрегатів БпЛА.

Визначення злітної маси гексакоптера
1.7 Вибір типу силової установки і його характеристики
1.8 Визначення геометричних розмірів основних агрегатів БпЛА(фюзеляж, лучі, шасі, акумулятори). Ув'язка всіх компонентів в єдине ціле
Висновки
2. Експлуатаційний розділ
2.1 Загальні відомості про електричну систему БпЛА
2.2 Конструкція електричної системи БпЛА
2.3 Особливості технічного обслуговування БпЛА
2.4 Розробка регламенту технічного обслуговування
2.5 Розробка технології Оперативного ТО
2.6 Розробка технології Спеціального ТО та ТО при зберіганні
2.7 Впровадження регламенту технічного обслуговування електричної системи БпЛА для його екіпажу та обслуговуючого персоналу
Висновки
3. Забезпечення безпеки польотів
3.1 Забезпечення безпечної експлуатації безпілотних повітряних суден
3.2 Забезпечення вимог безпеки під час експлуатації безпілотних авіаційних комплексів
3.3 Порядок використання повітряного простору цивільними повітряними дронами
3.4 Перелік порушень порядку використання повітряного простору України
3.5 Відповідальність за авіаційні пригоди із залученням безпілотних повітряних суден
Висновки
4. Економічний розділ
3.1 Розрахунок затрат на експлуатацію БпЛА і двигуна і собівартості перевозки однієї тони грузу на один кілометр шляху
3.2 Розрахунок непрямих витрат
Ворновки

Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання надав	завдання отримав
1.	к.т.н., доцент каф.103 Бабушкін О.А.		
2.	к.т.н., доцент каф.103 Бабушкін О.А.		
3.	к.т.н., доцент каф.103 Бабушкін О.А.		
4.	к.т.н., доцент каф.103 Бабушкін О.А.		

Нормоконтроль _____ **Бабушкін О.А.** «_11_» ___12___2024 р.
(підпис) (ініціали та прізвище)

Дата надання завдання «_02_» ___09____2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітки
1.	**Конструкторський розділ**	21.10.24	
2.	**Експлуатаційний розділ**	04.11.24	
3.	**Забезпечення безпеки польотів**	18.11.24	
4.	**Економічний розділ**	29.11.24	

Студент _____ **Каталкін Г.В**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту _____ **Бабушкін О.А.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту: Технічне обслуговування цивільних БпЛА коптерного типу.

С. 80, розділів 4, підрозділів 26, табл. 4, рис. 11, джерел 20.

Об'єкт дослідження - цивільний гексакоптер багаторазового використання та його системи.

Мета роботи - формування загального вигляду та розробка конструктивної схеми гексакоптера, аналіз експлуатаційних властивостей силової установки і систем управління, а також розробка рекомендацій щодо вдосконалення регламенту технічного обслуговування.

Методи проектування та конструювання - статистичний, з використанням емпіричних залежностей, результатів обробки статистичних даних по існуючим гексакоптерам-прототипам, а також сучасних програмних засобів моделювання.

Результати роботи - обрана конструктивна схема гексакоптера, сформований загальний вигляд багаторазового гексакоптера, виконаний розрахунок злітної маси, розроблені та оптимізовані конструктивні елементи та системи, розраховані аеродинамічні та силові характеристики, проаналізовані експлуатаційні властивості систем живлення і управління, розроблений регламент технічного обслуговування та технологія його виконання, виявлені недоліки у чинних процедурах технічного обслуговування аналогічних апаратів, запропоновані заходи з вдосконалення обслуговування для підвищення надійності й ефективності використання, проведений аналіз безпеки польотів і розроблені рекомендації щодо зменшення ризиків, здійснений розрахунок витрат на експлуатацію гексакоптера, зокрема собівартості транспортування одного кілограму вантажу на один кілометр. Результати роботи орієнтовані на використання у подальших етапах ескізного і робочого проектування, а також для

вдосконалення існуючих систем технічного обслуговування цивільних безпілотних літальних апаратів.

Ключові слова: ГЕКСАКОПТЕР, БАГАТОРАЗОВЕ ВИКОРИСТАННЯ, ЗАГАЛЬНИЙ ВИД, КОНСТРУКТИВНА СХЕМА, СИЛОВА УСТАНОВКА, АЕРОДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ, РЕГЛАМЕНТ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ, ТЕХНОЛОГІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ, БЕЗПЕКА ПОЛЬОТІВ, АНАЛІЗ БЕЗПЕКИ, РОЗРАХУНОК ВИТРАТ НА ЕКСПЛУАТАЦІЮ, ТРАНСПОРТУВАННЯ ВАНТАЖІВ.

Умови отримання роботи: дипломний проект знаходиться в науково-технічній бібліотеці університету і може бути виданий тільки з відповідного дозволу завідувача кафедри за письмовою заявою.

Зміст

Вступ……..…….9
1.Конструкторский розділ…….……...…….10
1.1 Статистичне проектування вигляду БпЛА.……...10
1.2 Збір та обробка статистичних даних, їх аналіз…….....11
1.3 Розробка тактико-технічних вимог до БпЛА…….…….....20
1.4 Вибір і обґрунтування схеми БпЛА…….…….…….....21
1.5 Вибір і обґрунтування матеріалів та компонентів…….....23
1.6 Розрахунок маси конструкції основних агрегатів БпЛА. Визначення злітної маси гексакоптера……..……...…….....27
1.7 Вибір типу силової установки і його характеристики…….....…29
1.8 Визначення геометричних розмірів основних агрегатів БпЛА(фюзеляж, промені, шасі, акумулятори). Ув'язка всіх компонентів в єдине ціле……..……31
1.9 Висновок до першого розділу…….……...….....34
2. Експлуатаційний розділ…….…36
2.1 Загальні відомості про електричну систему БпЛА……36
2.2 Конструкція електричної системи БпЛА……..……39
2.3 Особливості технічного обслуговування БпЛА……...…42
2.4. Розробка регламенту технічного обслуговування……...…45
2.5 Розробка технології Оперативного ТО……..……49
2.6 Розробка технології Спеціального ТО та ТО при зберіганні……..54
2.7 Впровадження регламенту технічного обслуговування електричної системи БпЛА для його екіпажу та обслуговуючого персоналу……..…58
2.8 Висновки до другого розділу…….……61
3. Забезпечення безпеки польотів……...….62
3.1 Забезпечення безпечної експлуатації безпілотних повітряних суден…….62
3.2 Забезпечення вимог безпеки під час експлуатації безпілотних авіаційних комплексів…….……..…..….63

3.3 Порядок використання повітряного простору цивільними повітряними дронами…….……..…...….66
3.4 Перелік порушень порядку використання повітряного простору України 68
3.5 Відповідальність за авіаційні пригоди із залученям безпілотнних повітряних суден…….…….....69
3.6 Висновки до третього розділу…….……..……..…72
4. Економічний розділ…….……..……73
4.1 Розрахунок затрат на експлуатацію БпЛА і двигуна і собівартості перевозки однієї тони грузу на один кілометр шляху…….…….73
4.2 Розрахунок непрямих витрат……...…...76
4.3 Висновки до четвертого розділу…….…...77
Перелік посилань …….……..…79

ВСТУП

Мета - визначення оптимального варіанту конструкції проектованого гексакоптера, розробка його загального вигляду та конструктивної схеми, а також розробка заходів щодо вдосконалення регламенту технічного обслуговування систем живлення і управління гексакоптера.

У ході виконання роботи передбачається здійснення таких етапів:

- збір і аналіз статистичних даних по існуючих гексакоптерах-прототипах;
- вибір схеми гексакоптера, розрахунок його злітної маси та основних геометричних параметрів у першому наближенні;
- розробка загальної конструктивної схеми апарата;
- моделювання та оцінка аеродинамічних і силових характеристик.

Вихідними даними для проектування є тактико-технічні вимоги та призначення гексакоптера: дальність польоту; максимальна злітна маса; корисне навантаження; тип силової установки.

Розроблюваний гексакоптер належить до цивільних багаторазових апаратів коптерного типу з електричними двигунами, призначених для транспортування вантажів.

Завдання проектування полягає у створенні нового гексакоптера, що відповідає сучасним вимогам ефективності, надійності та безпеки. На початковій стадії було проведено аналіз тактико-технічних вимог (ТТВ), ознайомлення зі схемами, основними системами і їх параметрами, а також підготовлено керівництво для виконання креслень загального вигляду та конструктивної схеми гексакоптера.

Для вирішення інженерних завдань у проектуванні використовуються фізичні та математичні моделі, які враховують різні умови експлуатації та відповідні обмеження. У даній роботі застосовуються сучасні методи моделювання із використанням спеціалізованих програмних комплексів для аналізу аеродинамічних і конструктивних характеристик.

Вибір загального вигляду та конструктивної схеми гексакоптера передбачає: вибір і обґрунтування конструктивних рішень фюзеляжу, кріплення двигунів, несучих елементів і систем управління; виконання схем кріплення і силової ув’язки основних компонентів.

У якості заходів вдосконалення регламенту технічного обслуговування запропоновано оптимізацію періодичності виконання форм обслуговування та зменшення трудомісткості процедур, пов’язаних із діагностикою та обслуговуванням систем живлення й управління