МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет літакобудування

Кафедра міцності літальних апаратів

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи

(тип кваліфікаційної роботи)

другий (магістерський)
(освітній ступінь)

На тему: ***«Сертифікаційні роботи по транспортному літаку типу Ан-148»***

Виконала: студент II курсу групи № 168-в

Галузь знань: *13 «Механічна інженерія»*
(код та найменування)

Спеціальність: 134 *«Авіаційна та ракетно-космічна техніка»*
(код та найменування)

Освітня програма: *«Проектування виробництво та сертифікація авіційної техніки.»*
(найменування)

Черняк О.О.
(прізвище та ініціали студента)

Керівник: Кирпікін А.О.
(ім'я прізвище)

Рецензент: Аврамов К.В.
(ім'я прізвище)

Харків – 2024

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет *Літакобудування*
Кафедра *102 «Міцності літальних апаратів»*
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

_____ д.т.н., професор Віталій МІРОШНІКОВ
(підпис) (науковий ступінь, прізвище та ініціали)

«____» _____ 2024р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Черняк Ольги Олександрівни
(прізвище, ім'я та по батькові)

1.Тема кваліфікаційної роботи Сертифікаційні роботи по транспортному літаку типу Ан-148
керівник кваліфікаційної роботиКирпікін А.О., к.т.н., доцент кафедри 102
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом Університету № 1938-уч від 21 жовтня 2024 року
3.Термін подання студентом кваліфікаційної роботи 10 грудня 2024 року
4.Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розв'язати)
Провести розрахунок крила великого подовження. Перевірочний розрахунок здійснити за допомогою ЕОМ. Вивчити розділ сертифікація літака Ан-148. Спроектувати системи важільного навантаження консолі крила літака. Зробити висновки, щодо проведених розрахунків.
5. Перелік графічного матеріалу кваліфікаційна робота містить 17 таблиць, 40 рисунків, 4 додатки, презентація - MS PowerPoint

Консультанти розділів кваліфікаційної роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Сертифікація літака Ан-148	Кирпікін А.О., к.т.н, доцент каф.102	АКирп	АКирп
2. План Проспект сертифікаційного базису літака Ан-148	Кирпікін А.О., к.т.н, доцент каф.102	АКирп	АКирп
3. Розрахунок на міцність крила великого подовження	Кирпікін А.О., к.т.н, доцент каф.102	АКирп	АКирп
4. Розрахунок на міцність крила великого подовження з урахуванням вимог довговічності	Кирпікін А.О., к.т.н, доцент каф.102	АКирп	АКирп
5. Проектувальний розрахунок елерону крила	Кирпікін А.О., к.т.н, доцент каф.102	АКирп	АКирп
6. Проектування системи важільного навантаження консолі крила літака	Кирпікін А.О., к.т.н, доцент каф.102	АКирп	АКирп

Нормоконтроль _____ _____ «____» _____20___ р.
(підпис) (ім'я та прізвище)

Дата видачі завдання «15» вересня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ З/П	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1.	Сертифікація літака Ан-148	15.09.2024	
2.	План Проспект сертифікаційного базису літака Ан-148	21.10.2024	
3.	Розрахунок на міцність крила великого подовження	01.11.2024	
4.	Розрахунок на міцність крила великого подовження з урахуванням вимог довговічності	16.11.2024	
5.	Проектувальний розрахунок елерону крила	28.11.2024	
6.	Проектування системи важільного навантаження консолі крила літака	01.12.2024	

Здобувач _____ Черняк О.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи АКирп Кирпікін А.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Звіт про кваліфікаційну роботу: 130 с., 5 ч., 17 табл., 40 рис., 4 дод., 11 джерел.

КОНСОЛЬ, КРИЛО, ЛІТАК, ЛОНЖЕРОН, МІЦНІСТЬ, СЕРТИФІКАЦІЯ, СТРИНГЕР.

Мета роботи – провести розрахунок на міцність крила великого подовження літака типу Ан-148 відповідно до Авіаційних Правил. Описати план проспект сертифікаційного базису літака Ан-148. Спроектувати систему важільного навантаження консолі крила.

Об’єкт дослідження – елементи конструктивно-силової схеми крила пасажирського літака типу Ан-148.

Метод дослідження – розрахунково-аналітичний.

ЗМІСТ

ВСТУП 8
1.СЕРТИФІКАЦІЯ ЛІТАКА Ан-148 10
1.1 Заявка в Державіаслужбу на отримання Сертифікату літака типу Ан-148 10
1.2 Принципові схеми систем літака 11
1.3 Очікувані умови експлуатації 21
1.4 Експлуатаційні обмеження. 21
2.ПЛАН ПРОСПЕКТ СЕРТИФІКАЦІЙНОГО БАЗИСУ ЛІТАКА АН-148 24
3. РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ КРИЛА ВЕЛИКОГО ПОДОВЖЕННЯ 35
3.1Огинаючі польотних режимів 35
3.1.1 Розрахункові швидкості польоту 35
3.1.2 Перенавантаження при польоті в неспокійному повітрі 38
3.2 Розрахунок навантажень на крило великого подовження 42
3.2.1 Модифікація крила та повернення консолі 42
3.2.2 Розподіл повітряного навантаження по розмаху крила 44
3.2.3 Розподіл навантаження від ваги конструкції крила 45
3.2.4 Розподіл навантаження від ваги палива у крилі 45
3.2.5 Розрахунок розподілу поперечних сил та згинальних моментів 48
3.2.6 Розрахунок наведених моментів 51
3.2.7 Перевірка правильності побудови епюр поперечних сил, згинаючих моментів та приведених моментів 54
3.3 Проектувальний розрахунок перерізу крила літака 55
3.4 Перевірочний розрахунок перерізу крила літака за допомогою ЕОМ 61
3.5 Перевірочний розрахунок перерізу крила літака на дотичні напруження 63
4. РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ КРИЛА ВЕЛИКОГО ПОДОВЖЕННЯ З УРАХУВАННЯМ ВИМОГ ДОВГОВІЧНОСТІ 66
4.1 Проектувальний розрахунок перерізу крила літака 67
4.1.1 Вихідний розрахунок з напруженнями границі міцності 67
4.1.2Новий розрахунок з директивними напруженнями 70
4.2 Порівняння маси збірної панелі виконаної за вимогами статичної міцності та втомної довговічності 77
5. ПРОЕКТУВАЛЬИЙ РОЗРАХУНОК ЕЛЕРОНУ КРИЛА 80
5.1Визначення навантажень, що діють на елерон 80

5.2 Вибір положення опор елерона та побудова епюр згинальних моментів та перерізуючих сил 81

5.3 Проектувальні розрахунки поясов та стінки лонжерона, визначення товщини обшивки, розрахунок та проектування посиленої нервюри та кронштейна навішування 83

5.3.1 Проектування поясов лонжерона 84

5.3.2 Проектування стінки лонжерона 86

5.3.3 Визначення товщини обшивки 89

5.3.4 Проектувальний розрахунок кронштейна навішування 90

5.3.5 Проектувальний розрахунок посиленої нервюри 101

6. ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ВАЖІЛЬНОГО НАВАНТАЖЕННЯ КОНСОЛІ КРИЛА ЛІТАКА 106

6.1 Проектування важільного навантаження 110

6.2 Підбір поперечних перерізів важелів 116

ВИСНОВКИ 119

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 120

ДОДАТОК А 121

ДОДАТОК Б 124

ДОДАТОК В 126

ДОДАТОК Г 129

ВСТУП

Для кваліфікаційної роботи обрано літак типу Ан-148. Загальний вигляд літака показано на рисунку 1.

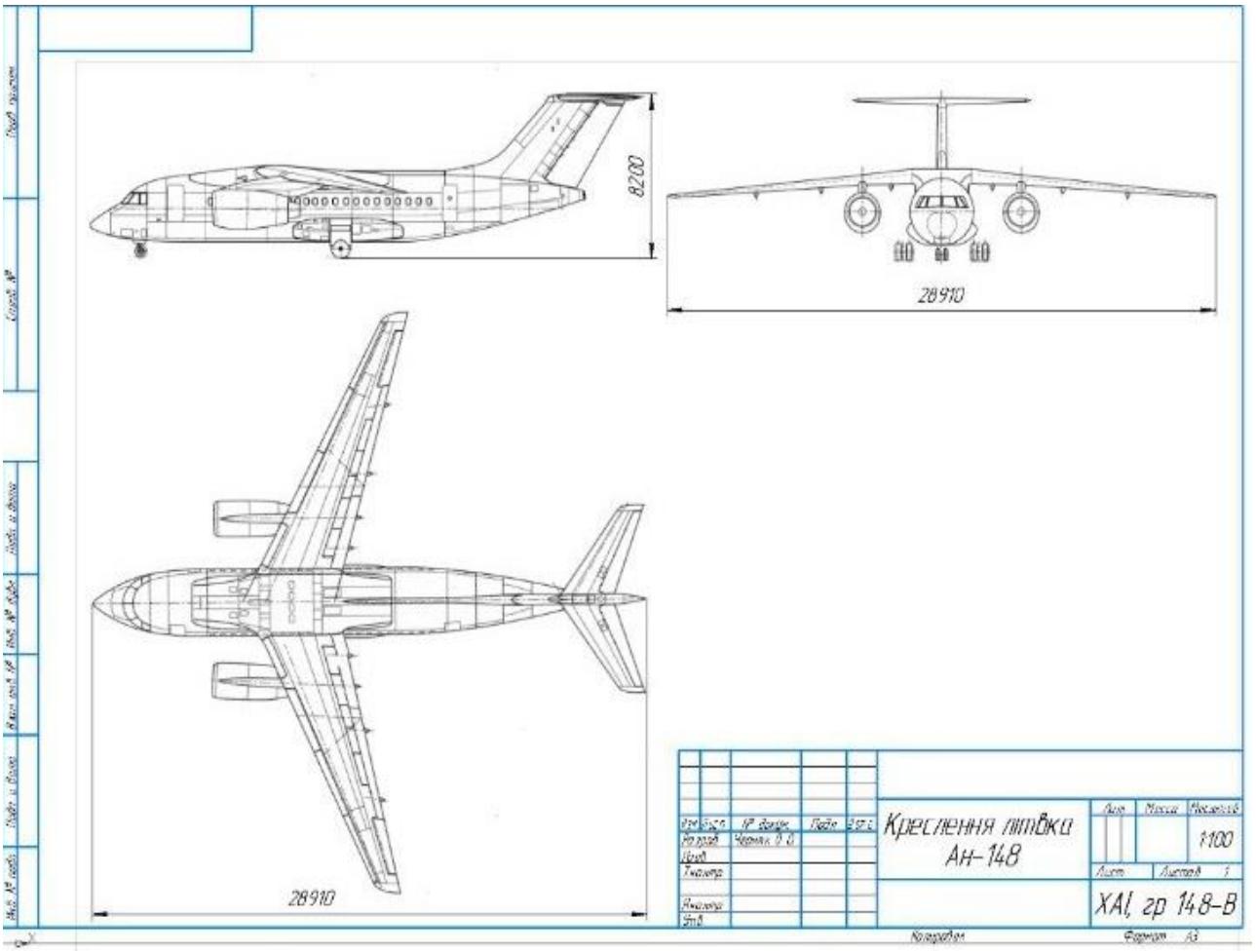


Рисунок 1 – Загальний вигляд літака типу Ан-148.

Основні тактико-технічні характеристики наведено у таблиці 1.

Злітна маса	38500 кг
Крейсерська швидкість	800 км/год
Швидкість звалювання	205,76 м/с
Практичний потолок	12500 м
Посадкова швидкість	220 км/год
Злітна швидкість	250 км/год
Максимальний запас палива	12050 кг
Вантажопідйомність	9680 кг
Пасажиромісткість	80 ос.
Дальність польоту	3700 км
Тяга злітного режиму	6830 кгс

Таблиця 1 – Основні тактико-технічні характеристики

Літак Ан-148 призначений для перевезення не більше 80 пасажирів на регіональних і коротко-магістральних маршрутах до 3700 км. Максимальна швидкість польоту 870 км/год. Крейсерська висота польоту – до 12200 м. Пасажирський салон літака є герметичним і в ньому може розміщуватись два класи: бізнес і економ. Компонування пасажирського салону здійснюється за схемою 2+3 крісла в рядок. На борту літака встановлено сучасне пілотажно-навігаційне і радіозв’язкові обладнання, що відповідає міжнародним нормам ІСАО. Комплекс радіоелектронного обладнання передбачає можливість посадки машини у складних метеоумовах.

Літак Ан-148 виконаний за схемою високоплан з крилом помірної стрілоподібності і однокільовим Т-подібним опереннням. Фюзеляж суцільнометалевий типу «напів монокок» круглого перерізу. Літак оснащується двома двуконтурними турбореактивними двигунами Д-436-148 розміщених на пілонах під крилом. Високе розташування двигунів дозволяє сідати літаку на смуги з ґрунтовим покриттям, що підвищує рівень захищеності двигунів та конструкції крила від пошкоджень сторонніми предметами із землі. Витрата палива —

1458 кг/год при максимальному комерційному завантаженні. Наявність допоміжної силової установки, бортової системи реєстрації стану літака, а також високий рівень експлуатабельності та надійності систем дозволяють використовувати Ан-148 на мережі технічно слабких аеродромів. Розробником закладено робочий ресурс літака близько 80 000 годин при календарному терміні експлуатації 30 років.

1.СЕРТИФІКАЦІЯ ЛІТАКА Ан-148

1.1 Заявка в Державіаслужбу на отримання Сертифікату літака типу Ан-148

Дане повітряне судно належить до транспортної категорії, заявка на отримання сертифіката типу повітряного судна або його компонентів подається до ДержавіаслужбиУкраїни (ДАСУ). Заявку подає Розробник зразка авіаційної техніки (далі – Заявник). Заявки на отримання Сертифікатів типу повинні бути забезпечені: – специфікацією зразка, що має містити короткий технічний опис, принципові схеми систем, основні характеристики, а також очікуваніумови експлуатації та обмеження, в діапазоні яких буде сертифікований зразок; – планом-проспектом сертифікаційного базису зразка, що має містити перелік розділів, параграфів, пунктів Норм льотної придатності, що поширюються на цей ЗАТ; – планом-проспектом спеціальних технічних умов, пов'язаних із льотною придатністю ЗАТ; – планом-проспектом вимог щодо захисту довкілля від впливу даного зразка АТ. Заявка на отримання Сертифіката типу повітряного судна має також містити зображення повітряного судна у трьох проекціях. Заявки до ДАСУ на отримання Сертифікату типу ПС транспортної категорії дійсні на строк не більше п'яти років, а ПС будь-якої іншої категорії, авіадвигуна, повітряного гвинта – на строк не більше трьох років. Терміни можуть бути збільшені, якщо під час подання заявок буде показано, що на створення заявленого зразка потрібен більший термін, і цей термін буде затверджений ДАСУ, які повідомляють про це Заявника. Якщо Сертифікати типуу зазначений термін не були видані або Заявник переконався, що своєчасно отримати ці документи не встигне, йому слід подати нові заявки до ДАСУ.